

Tillväxt, överlevnad och skador för provenienser av Banksianatall (*Pinus banksiana*, Lamb.) i norra Sverige

*Growth, survival and damages for provenances of Jack pine
(Pinus banksiana, Lamb.) in northern Sweden*



Foto: Adam Klingberg

Adam Klingberg



Examensarbeten

2015:11

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Tillväxt, överlevnad och skador för provenienser av Banksianatall (*Pinus banksiana*, Lamb.) i norra Sverige

*Growth, survival and damages for provenances of Jack pine
(Pinus banksiana, Lamb.) in northern Sweden*

Adam Klingberg

Nyckelord / Keywords:

Trädslagsförsök, latitudförflyttning, främmande trädslag, produktionsjämförelse odlingsvärde /
Tree species trials, latitude transfer, exotic tree species, production comparison, cultivation value

ISSN 1654-1898

Umeå 2015

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest management*

EX0770, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Göran Hallsby

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Extern handledare / *External supervisor*: Johan Kroon, Skogforsk

Examinator / *Examiner*: Tommy Mörling

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examiner. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

FÖRORD

Detta arbete är producerat i samarbete med Skogforsk. Jag vill tacka till alla på Skogforsk i Sävar som hjälpt mig under arbetes gång. Ett särskilt tack vill jag rikta till Johan Kroon för hjälp med idéer, planering av fältarbete, metoder för analys och sammanställning av data. Vidare vill jag tacka Marie Lundström på Skogforsk, Anders Lundhammar, Helena Lundhammar, Torbjörn Eriksson och Christer Karlsson på Siljansfors försökspark för ovärderlig hjälp med inventering. Jag vill även tacka Anders Muzsta för hjälp med statistiska problem och Minitab. Slutligen vill jag tacka Göran Hallsby för värdefulla råd och uppmuntran i skrivandet.

SAMMANFATTNING

Främmande trädslag har i modern tid intresserat skogsbruket i sin jakt på ökad produktion, minskad känslighet för skador, förbättrad anpassning med mera. Ett tidigare oprövat trädslag var banksianatallen (*Pinus banksiana*, Lamb.), en nordlig, välspridd, pionjär från Kanadas inland med en utpräglad etableringsstrategi för torra, nybrända sandjordar.

Studiens övergripande syfte var att utvärdera utfallet från 22 år gamla försök av banksianatall och analysera banksianatallens odlingsvärde i norra Sverige genom att på fem lokaler jämföra överlevnad, tillväxt och skador med tall (*Pinus sylvestris* L.), contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm.) och hybriden mellan contortatall och banksianatall. Ett ytterligare syfte var att utreda eventuella effekter av odlingslokalens temperatursumma och trädens latitutförflyttning från ursprungslatituden.

I metoden har fältförsök använts där varje enskilt träd mätts och bedömts. Materialet var insamlat i naturbestånd i nordvästra Kanada från 12 provenienser med en latitudinell spridning av cirka fem breddgrader. Försöksarterna blandades med full randomisering utom tall som planterats separat. Analyser utfördes med statistiska metoder. Variansanalys användes för medelhöjd och medeldiameter samt härkomstens och temperatursummans betydelse för medelhöjd och överlevnad medan konfidensintervall för två proportioner användes för att jämföra överlevnad och skador mellan försöksarterna.

Resultatet visade att oskadad banksianatall hade 15 % högre medelhöjd och 19 % grövre medeldiameter än tall i genomsnitt men var lägre och klenare än contortatall och hybrid. Banksianatallens volymproduktion var i genomsnitt 25 % högre än tallens medan contortatallen och hybriden genomgående hade högre volymproduktion jämfört med de andra försöksarterna. Överlevnaden var signifikant lägre för banksianatall jämfört med contortatall i fyra av försöken (16 procentenheter i genomsnitt) medan överlevnaden för banksianatall var signifikant lägre i ett av försöken jämfört med tall (nio procentenheter i genomsnitt). Skadorna var likartade mellan arterna. Älgskadorna var signifikant högre för tall jämfört med de andra försöksarterna i de två nordligaste försöken. Banksianatallen hade i genomsnitt fler sprötkvistar per träd och fler träd med skador förknippade med instabilitet i rotsystemen (lutningsskador) jämfört med tall.

Stigande temperatursumma för odlingslokalen liksom nordlig latitutförflyttning hade positiv påverkan på banksianatallens höjdtillväxt och överlevnad.

Osäkerheter kring resultaten innefattar bland annat kvantiteten försökslokaler, konkurrens på grund av trädslagsblandningseffekter, materialets latitudinella ursprungsspridning, begränsningar i det statistiska analysverktyget och försökens uppföljningsfrekvens.

För att bedöma banksianatallens odlingsvärde över en omloppstid behövs information från äldre försök varför fortsatt försöksverksamhet är nödvändig. Det är emellertid relativt tydligt att banksianatall fram till 22-år ålder har 15-25 % högre tillväxt jämfört med tall medan den tydligt inte kan konkurrera tillväxtmässigt med contortatall och hybrid.

Nyckelord: Trädslagsförsök, latitutförflyttning, främmande trädslag, produktionsjämförelse, odlingsvärde

ABSTRACT

Exotic tree species has in recent time been of great interest for the forest industry in their pursuit for increased production, reduced damage sensitivity, increased adaptation etcetera. A, in Sweden, previously untested tree species was the jack pine (*Pinus banksiana*, Lamb.), a northerly, widely spread, pioneer from the Canadian inlands with a distinctive strategy to grow on dry, newly burned sandy soils.

The purpose of the study was to evaluate the outcome of 22 -year -old field trials of jack pine on five locations and analyze the value for cultivation in northern Sweden by comparing survival, growth and damages between Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia* Engelman) and the lodgepole pine x jack pine hybrid. An additional purpose was to evaluate if the temperature sum of the test sites and the trees latitude transfer from their native latitude origin had an effect on their performance.

The method used was field trials where each individual tree was measured and assessed. The material was collected in natural populations in northwestern Canada from 12 provenances with a latitudinal distribution of about 5 degrees. Analyses were performed with statistical methodology. Analysis of variance was used to compare average height and average diameter along with the origins and the temperature sums importance for average height and survival while confidence interval for two proportions was used to compare survival and damages for the species.

The result showed that undamaged jack pines had an average of 15 % higher mean height and 19 % thicker mean trunk than Scots pines but was lower and thinner than lodgepole pines and hybrids. The jack pine's average volume was 25 % higher than the Scots pine's while the lodgepole pine and the hybrid had a higher volume than both of them. The survival rate was significantly lower for the jack pine compared to the lodgepole pine on four of the test sites (16 percentage points on average) while the jack pine compared with the Scots pine had a significantly lower survival rate on one of the test sites (nine percentage points on average). The damages were similar for the species. Moose browsing was significantly higher for Scots pine compared to the other species in the two most northerly -located test sites. The jack pine had more spike knots per tree on average and more trees with damages associated with instability in the root systems compared to Scots pine.

Rising temperature sum for the test site as well as northward latitude transfer had a positive impact on the jack pine's height growth and survival rate.

Uncertainties regarding the results include the quantity of test sites, competition from mixed-species effects, the material's latitudinal origin dispersal range, limitations in the statistical analysis software and the test sites monitoring frequencies.

To be able to assess the jack pine's cultivation value for a full rotation period there is a need for information from older trials why continued field trial operations are necessary. However it is relatively clear that jack pine up to 22- years of age have 15- 25 % higher growth compared to Scots pine while it clearly can't compete in terms of growth with lodgepole pine and the hybrid.

Key words: Tree species trials, latitude transfer, exotic tree species, production comparison, cultivation value

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
ABSTRACT	4
INLEDNING	6
VARFÖR FLER TRÄDSLAG?	6
FRÄMMANDE TRÄDSLAG I SVERIGE	7
ARTBAKGRUND	7
ANVÄNDNING	9
ODLINGSSÄTT	9
HYBRIDER	10
TIDIGARE FORSKNING	10
JÄMFÖRA TRÄDSLAG	11
SYFTE	11
MATERIAL & METOD	12
STUDIENS UPPLÄGG OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	12
ODLINGSMATERIALETS HÄRKOMST	13
DATAINSAMLING	14
ANALYS	15
RESULTAT	18
MEDELHÖJD, MEDELDIAMETER OCH VOLYMPRODUKTION	18
ÖVERLEVNAD	19
SKADOR	20
ODLINGSMATERIALETS HÄRKOMST OCH ODLINGSLOKALENS TEMPERATURSUMMA	22
DISKUSSION	28
MEDELHÖJD OCH MEDELDIAMETER	28
VOLYMPRODUKTION	28
ÖVERLEVNAD	28
ODLINGSMATERIALETS HÄRKOMST OCH LOKALENS TEMPERATURSUMMA	29
SKADOR	29
METOD-, MODELL- OCH DATAKVALITÉ	30
BANKSIANATALLENS FRAMTID I SVERIGE	31
FRAMTIDA FORSKNING	31
REFERENSER	33
ICKE PUBLICERAT MATERIAL	38
BILAGOR	39
BILAGA 1	39
BILAGA 2	40
BILAGA 3	41
BILAGA 4	42
BILAGA 5	43
BILAGA 6	44
BILAGA 7	45
BILAGA 8	46
BILAGA 9	47
BILAGA 10	48
BILAGA 11	49
BILAGA 12	50
BILAGA 13	51
BILAGA 14	52

INLEDNING

Människan har sedan lång tid tillbaka flyttat trädarter från en plats till en annan av ekonomiska, vetenskapliga, estetiska eller andra orsaker (Engelmark m. fl. 2001). Intresset för att importera trädarter har varierat genom historien mellan olika länder och de introduktioner som skett har även varit av varierande omfattning. Allt ifrån plantering av enskilda träd, som vid exempelvis A. F. Tigerstedts anläggning av sitt arboretum i Finland i början på 1900-talet (Martinsson & Winsa 1986), till omfattande kampanjer såsom introduktionen av Weymouthtall (*Pinus strobus* L.) i Tyskland under 1800- talets början (Karlman 1981). Sverige kan anses tämligen fattigt på inhemska trädslag i jämförelse med liknande boreala klimatområden både västerut och österut i världen. Troliga orsaker till detta bedöms vara geografiska barriärer samt trädens vandringshistoria efter den senaste inlandsisen (Martinsson & Winsa 1986; Karlman 1981). Sveriges virkesförråd utgörs till 93 % av fyra trädslag, tall (*Pinus sylvestris* L.) 39 %, gran (*Picea abies* (L.) H. Karst.) 42 % och vårtbjörk (*Betula pendula* Roth) tillsammans med glasbjörk (*Betula pubescens* Ehrh.) 12 % (Kempe 2013).

Varför fler trädslag?

Det svenska landskapet är mycket omväxlande med avseende på topografi, klimat, fuktighet, jordart, och näringsutbud. Denna variation skapar på vissa områden problem för våra inhemska trädslag, vilket i sin tur påverkar enskilda skogsägare, skogsbranschen och skogssverige i stort. Exempel på problem kan vara stormskador, föryngringsproblem förknippade med extrem lokalfrost, föryngringsproblem förknippade med klimatiska orsaker (Martinsson & Winsa 1986) samt kvalitets- och föryngringsproblem orsakade av svamp- och viltskador (Hallsby 2013). Att liknande boreala ekosystem har större artdiversitet talar för att fler arter skulle kunna växa i Sverige och kanske underlätta de problem som skogsbruket har på krävande ståndorter och därmed ge ett bättre markutnyttjande och en möjlighet till ökad virkesproduktion (Martinsson & Winsa 1986).

Det finns dock anledningar till försiktighet vad gäller främmande trädslag. Bristen på kritisk granskning av riskerna med en introduktion av främmande trädslag kan leda till katastrofala konsekvenser. Ett av de mest välkända exemplen på detta är införandet av Weymouthtallen (*Pinus strobus* L.) till Europa under 1800- talets början. Weymouthtallen är ursprungligen ett nordamerikanskt trädslag och hade i försök visat ypperlig tillväxtöverlägsenhet gentemot de europeiska barrträdsragen vilket var huvudargumentet för dess införande. Väl i Europa angreps arten av svampen *Cronartium ribicola* J.C. Fisch som sedan spred sig som en epidemi över kontinenten på bara 30 år och förstörde skog för ofantliga summor då Weymouthtallen helt saknade motståndskraft mot svampen. Tyvärr slutade inte denna misslyckade introduktion vid detta utan i början på 1900-talet fördes svampen in i Nordamerika via tyska plantpartier till nordöstra USA och via franskt material till Vancouver, Kanada för att sprida sig över kontinenten från båda håll (Karlman 1981). Konsekvensen av detta blev ett totalförbud mot plantager med Weymouthtall i Tyskland på en skogskonferens 1927 och liknande beslut togs i andra länder i Europa (Radu 2008). Utöver risken av ekonomisk förlust och spridning av patogener som i fallet med Weymouthtallen, finns ytterligare faror med att introducera främmande trädarter. Dessa faror rör huvudsakligen miljöförändringar i det befintliga ekosystem som det främmande trädslaget introduceras till. Anledningen till detta är att storskaliga introduktioner drastiskt kan förändra livsmiljöerna i

det ekosystem som de introduceras till och på så sätt påverka den inhemska faunan i flera led (Engelmark 2011).

Främmande trädslag i Sverige

På 1900-talets mitt började de större norrländska skogsägarna med Svenska Cellulosa Aktiebolaget (SCA) i spetsen leta efter sätt att öka tillväxten i sina innehav (Nellbeck 1969; Hagner 1990; 2005). De intresserade sig snart för den kanadensiska contortatallen (*Pinus contorta* var. *Latifolia*, Engelmann) som efter överläggningar och omfattande proveniensförsök fick förtroendet och började planteras i större skala 1973 (Hagner 1990). Detta blev början på en storskalig introduktion och contortatallen återfinns idag på över 600 000 hektar skogsmark i Sverige (Engelmark 2011). 2013 förnygrades contortatallen på 6 600 hektar vilket visar att det fortsatt finns ett relativt stort intresse finns för trädslaget (Eriksson 2014).

Contortatallen är bara en av många trädarter i boreala Nordamerika. En annan välspridd, vanligt förekommande art är banksianatallen (*Pinus banksiana*, Lamb.) (Larsen 1980), vilken denna rapport huvudsakligen kommer behandla.

Artbakgrund

Banksianatallen är ett barrträdslag med sin naturliga hemvist i Nordamerikas boreala zon (figur 1) (Larsen 1980). Den beskrivs som en relativt kortlivad och liten till medelstor trädart med den mest nordliga spridningen av alla tallarter på kontinenten (Rudolf 1965). Höjden i vuxna bestånd är normalt mellan 15-25 meter men kan vid goda betingelser vara över 30 meter. Diametern för liknande bestånd är ungefär 20-30 cm i brösthöjd (Cayford, Chrosciewicz & Sims 1967; Martinsson & Winsa 1986). Banksianatallen är en utpräglad pionjär med en snabb ungdomstillväxt där den kan nå 1,5 meter under de första 4-6 levnadsåren (Kenkel, Hendrie & Bella 1997) och 3-4,5 meter efter 10 år (Bickerstaff & Cayford 1968). Vid glesa förband utvecklas ofta träd med slingrig stam och grova, långa grenar (Magnussen & Yeatman 1987).

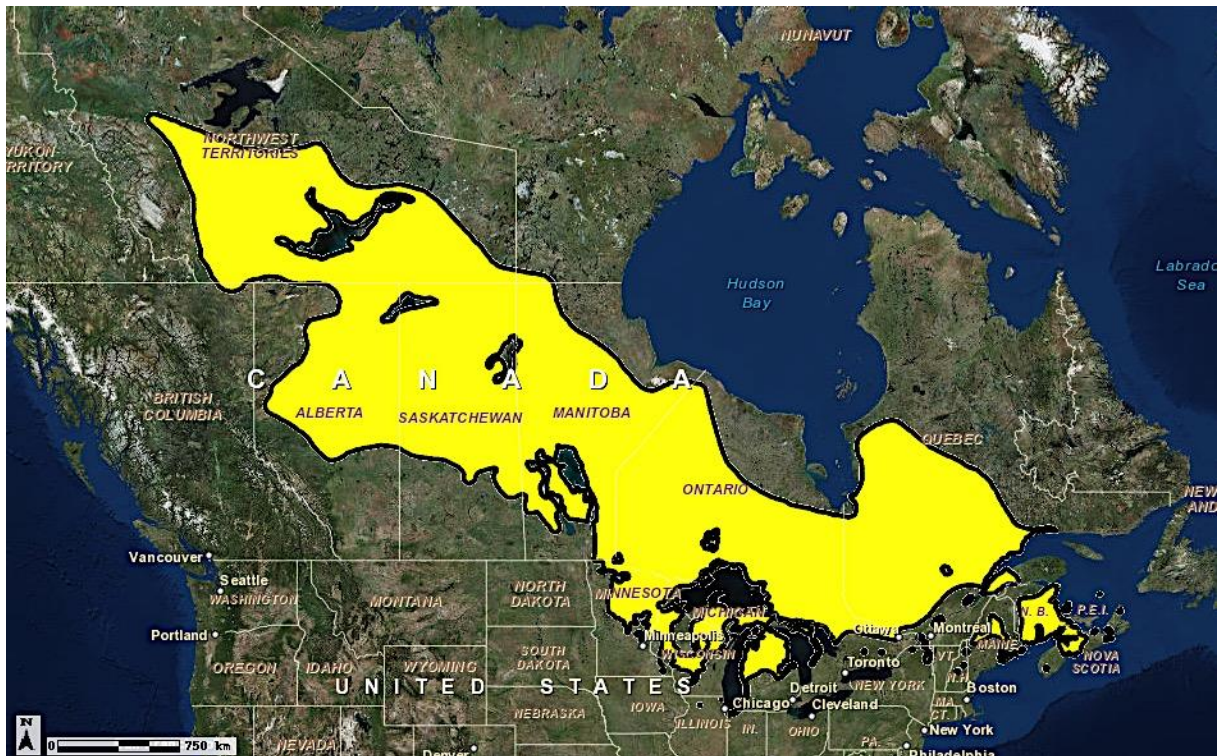
Utbredningen sträcker sig från Nova Scotia på atlantkusten till trädgränsen i Northwest Territories i nordvästra Kanada. I söder utgörs spridningsgränsen av de amerikanska delstaterna Wisconsin, Michigan och Minnesota (figur 2) (Little 1971; Larsen 1980; Cayford & Mcrae 1983; Dancik & Pollack 1985; Zoladeski & Maycock 1990).

Området karakteriseras av kontinentalt klimat, vilket innebär varma till svala somrar och mycket kalla vintrar, tillsammans med relativt lite nederbörd. Det mer än 4000 km långa området varierar naturligtvis klimatmässigt. Exempelvis är spridningen i medeltemperatur för januari från -30°C till -4°C och för juli från 13°C till 22°C. Nederbörden i merparten av utbredningsområdet varierar mellan 250 och 800 mm, men lokalt kan det falla så mycket som 1400 mm. Ungefär två tredjedelar av den totala nederbörden faller under vegetationsperioden. Temperaturen och vegetationsperiodens längd ökar generellt från Northwest Territories mot de sydöstra delarna av utbredningsområdet (Rudolf 1965). Banksianatallen är inte dominant eller jämt fördelad över hela regionen. Den finns i små spridda bestånd i östra delarna kring Nova Scotia (Rudolf 1965) medan den blir mer talrik och bildar större bestånd vid områdena runt de stora sjöarna för att sedan vara mycket talrik i de centrala till nordvästra delarna av Kanada från Ontario västerut (Larsen 1980).



Figur 1. Yngre banksianatall (United States Department of Agriculture 1996).

Banksianatallen har en särskild anpassning till brand vilken kan ses i de serotinösa kottar som arten producerar. Dessa öppnar sig endast vid temperaturer över 50°C och kan, när de fortfarande är stängda, ha hög grobarhet under lång tid (Cayford & McRae 1983). Andelen serotinösa kottar som inte spontant öppnar sig är högre långt norrut i utbredningsområdet (Schoenike, Rudolph & Schantz-Hansen 1959). Etableringsstrategin gör att arten kan växa på de torraste och mest näringsfattiga sandjordarna där andra arter har svårt att etablera sig. Som pionjär är den dock mycket ljuskrävande och blir med tiden utkonkurrerad av mer skuggtåliga arter ända tills en ny brand inträffar och en ny kolonisation kan ske igen (Bickerstaff & Cayford 1968; Zoladeski & Maycock 1990). Det är av detta skäl som banksianatallen beskrivs som en kortlivad art, något som kan misstas för att den skulle ha en kort biologisk övre åldersgräns men i Heinselman (1973) beskrivs fynd av 243 år gamla banksianatallar.



Figur 2. Banksianatallens utbredningsområde beskriven i gul färg med helstreckad gräns enligt (Little 1971).

Användning

Trädslaget är ett av de viktigare kommersiella trädslagen i Kanada och norra USA där de huvudsakliga användningsområdena är massaved, konstruktionsvirke, staketpinnar, telefon- och elstolpar samt järnvägsslipers (Cayford & Mcrae 1983). Vidare används virket till fraktlådor och emballage. Det finaste sågtimret används till inredningsdetaljer, dörrar samt fönsterkarmar (Rudolph 1985).

Odlingssätt

Stora delar av banksianatallens utbredningsområde utgörs av naturbestånd dock är skogsodling genom plantering och sådd är en vanlig förnygringsåtgärd (Morgenstern 1996). I delar av Kanada har det pågått skogsodling en längre tid. Enligt Bickerstaff & Cayford (1968) förnygrades mellan år 1900 och 1965 omkring 60 000 hektar med banksianatall där majoriteten, 52 000, planterades och resterande 8 000 hektar såddes. Området omfattade mestadels Ontario, men återbeskogningkampanjer bedrevs även i mindre omfattning i Manitoba och Saskatchewan. Metoderna ska ha varierat med allt ifrån hacka till maskinell plantering, dock verkar majoriteten av arealen ha planterats med två-åriga plantor manuellt med markberedning som skett med traktorer tillsammans med olika former av plogar, kedjor, tunnor med piggar och liknande föremål. Det rekommenderade skötselsystemet i USA är

trakthyggesbruk med korta omloppstider (cirka 50 år utan gallring) för massavedproduktion och längre (70-80 år med gallring) för sågtimmer (Benzie 1977).

Hybrider

Richter & Stockwell (1949) hävdade att det sker en hybridisering mellan banksianatallen och contortatallen. Deras undersökning visade att hybrider växer fortare än contortatallen i unga år och att det därmed finns en möjlig heterosis. Godbout, Yeh & Bousquet (2012) bekräftade att det förekommer hybridiseringar i den nordvästra delen av banksianatallens utbredningsområde, vilket de har testat med dna-teknik.

Tidigare forskning

Det har i Kanada förekommit relativt omfattande försök med banksianatall. Bland annat visade en studie av Jameson (1956) att banksianatallen producerar mellan 1,7 och 6,7 m³sk per hektar och år, vilket var mer än contortatall och tall vilka var de andra trädslagen i försöket. Även medelhöjd och medeldiameter var högst hos banksianatallen. Det bör dock beaktas vid eventuella jämförelser med andra försök att överlevnaden var relativt låg, mellan 15 och 60 % för banksianatallen och lägre för alla andra arter i försöket som var förlagt i Manitoba, Kanada, där det råder ett mycket utpräglat kontinentalklimat. Andra undersökningar i Kanada, exempelvis Carmean & Lenthall (1989) som i naturligt uppkomna bestånd i Ontario tog fram höjduitvecklingskurvor, kom fram till att banksianatallens höjd var 12-29 meter vid 100 års totalålder.

Forskningen på banksianatallen i Sverige förefaller vara nästintill obefintlig. Vid eftersökningar har endast ett fall funnits där banksianatall förekommit. Detta gäller ett examensarbete vid SLU från 2010 där främmande och inhemska trädslag har undersökts i ett 4,43 hektar stort område i Västerbotten 15 år efter plantering. Studien visade att banksianatallen hade näst högst medelhöjd, medeldiameter och grundyta av de undersökta trädslagen efter contortatall. Överlevnaden var dock lägst av alla undersökta trädslag (Morris 2010). I övrigt har ingen svensk publicerad studie hittats.

Tidigare studier på andra främmande trädslag såsom vitgran (*Picea glauca* (Moench) Voss) och svartgran (*Picea mariana* Britton, Sterns & Poggenb.) visade att härkomsten har betydelse för etablering och tillväxt i Sverige (Kroon & Rosvall 2006). Liknande effekter har även visats för gran (Kroon & Rosvall 2004) och tall (Andersson m.fl. 2003).

Jämföra trädslag

Tid är en väsentlig faktor när långlivade organismer som träd studeras. Trädslagens nischer och ståndortens egenskaper påverkar deras produktionsförutsättningar i olika skeenden av livet (Bergquist m.fl. 2005; Pretzscht 2009). Elfving & Norgren (1993) hävdade att försöksodlingar måste upprättas där trädslagen kan växa under jämbördiga förhållanden för att rättvisa produktionsjämförelser mellan trädslag ska vara möjliga. Att till synes likartade förutsättning inte kan anses som identiska visade exempelvis Gundale m.fl. (2013) genom jämförelser mellan contortatall i kanadensisk och svensk jord där de kunde påvisa att contortatallen växte bättre i den svenska jorden, även om plantorna växte på samma plats. Försöksodlingar med olika trädslag på samma plats är en välanvänd metod nyttjad sedan tidigare i Sverige av bland annat Westin & Kroon (2011).

Syfte

Studiens övergripande syfte var att utvärdera utfallet från 22 år gamla banksianatallförsök och analysera banksianatallens odlingsvärde i norra Sverige genom att på fem lokaler jämföra överlevnad, tillväxt och skador med tall, contortatall och hybriden mellan contortatall och banksianatall. Undersökningen utgick från följande specifika frågeställningar:

- Hur skiljer sig de ingående trädslagens genomsnittliga höjd, diameter och stamvolym?
- Finns det skillnader mellan trädslagen vad gäller överlevnad och skadeförekomst?
- Skiljer sig banksianatallens prestation beroende på det ingående odlingsmaterialets härkomst?
- Vilket inflytande har odlingslokalens temperatursumma på utfallet av jämförelserna?

MATERIAL & METOD

Studiens upplägg och förutsättningar

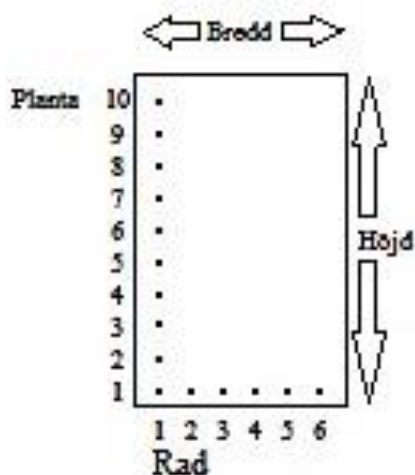
Försöksserien innefattade fyra proveniensförsök och två familjeförsök belägna på sex platser i norra Sverige. Fyra av dessa lokaler (537-540) inventerades fullständigt och en lokal (541) delvis då tiden avsatt för inventering inte räckte till för att inventera samtliga lokaler (figur 3 & tabell 1). Av samma orsak uteslöts en lokal belägen i SLU:s försökspark i Ätnarova (Latitud 67,118°N, Longitud 20,374°Ö).

Försöken var uppbyggda i rutnät där en ruta innehöll 60 träd fördelade på sex rader med 10 träd i varje rad (figur 4). Fullständigt exempel finns i bilaga 1. Rutornas hörn var markerade med rödfärgade aluminiumstolpar och trädpunkterna med vita plastpinnar. Rutornas storlek varierade mellan 13,2-16,2 meters bredd och 15-20 meters längd. Två till tre rutor i varje försök innehöll enbart tall. Resterande rutor hade en ungefärlig fördelning med 65 % banksianatall, 30 % contortatall och 5 % hybrider planterade med fullständig randomisering. Proveniensförsöken omfattade totalt 13-14 rutor medan familjeförsöken innehöll 61 rutor. Totalt omfattade alla försöken 886 tallar, 2362 contortatallar, 5125 banksianatallar och 417 hybrider.

Försökslokalerna var relativt likartade i många aspekter. De var alla podsoler med sandig moig morän, blåbär (*Vaccinium myrtillus* L.) eller lingon (*Vaccinium vitis-idaea* L.) som dominerande vegetationstyp, frisk markfuktighet och mäktigt jorddjup. Det fanns dock en del faktorer såsom höjd över havet, temperatursumma och ståndortsindex etcetera, som varierade mellan de olika försöken. Samtliga attribut för respektive försökslokal finns presenterade i sin helhet i bilaga 2. Försökslokalerna markbereddes under 1992 och 1993 med driven harv och planterades under sommaren 1993 med 1-åriga täckrotsplantor av typen cellpot med 60 cm³ torvklump, uppdrivna från frö i växthus på Sävar försöksstation. Efter plantering gjordes två karteringar för



Figur 3 Beskrivning av försökens geografiska placering.



Figur 4. Beskrivning av försöksrutornas utformning.

att säkerställa att plantornas individuella ursprung bokförts på ett korrekt sätt. I samband med detta utfördes även en snytbaggebehandling med Ipitox på de två sydligaste försöken (tabell 1).

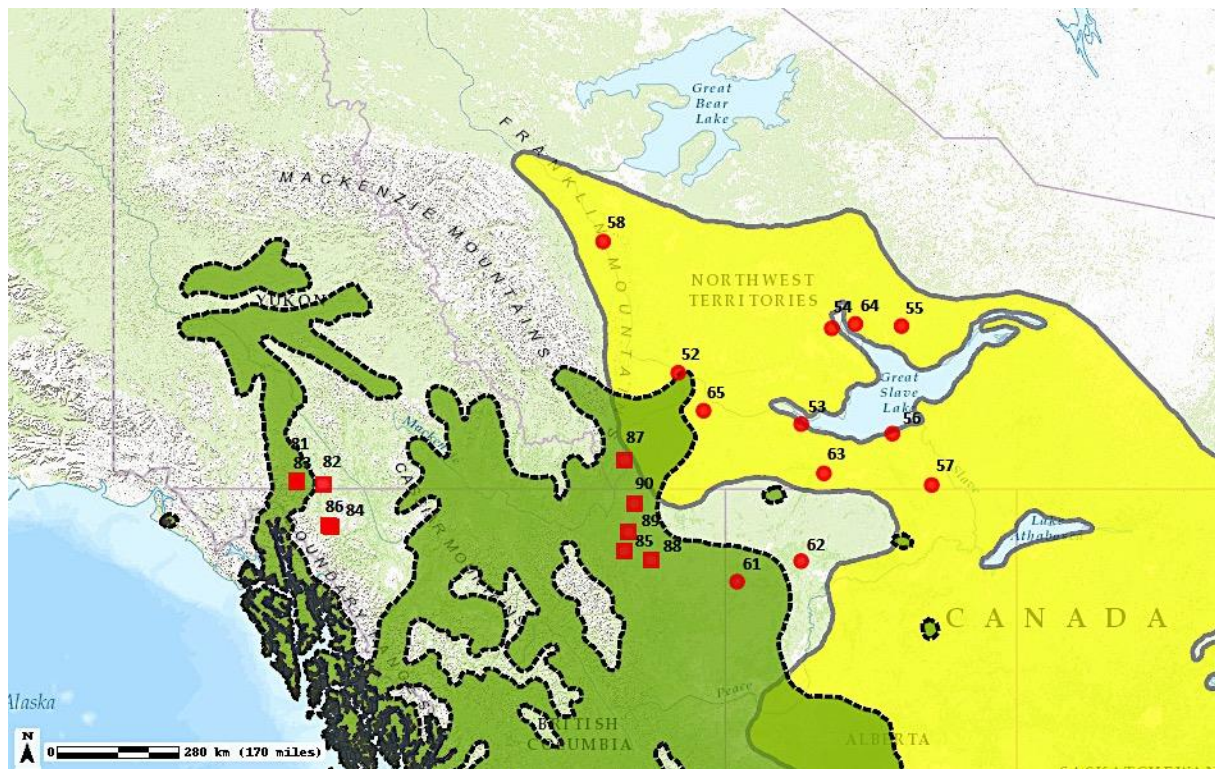
Tabell 1 Sammanställning försökslokalernas grundförutsättningar

Försöksnamn	Kettisträsk	Gäddträsk	Sävar	Siljansfors	Laduberget
Försöksnummer	537	538	539	540	541
Latitud (°Nord)	66,273	64,385	63,943	60,883	61,616
Altitud (m ö. h.)	275	380	35	255	515
Årsmedeltemperatur (°C) ¹	0,2	0,6	2,7	3,6	2,6
Temperatursumma (dygnsgrader) ²	700	720	1020	1060	790
Ståndortsindex ³	T18	T21	T22	T23	T21
Areal (ha)	1,2	0,4	0,3	1	0,4
Syfte	Familje-försök	Proveniens-försök	Proveniens-försök	Familje-försök	Proveniens-försök
Markberedningsår	1992	1993	1993	1993	1992
Planteringsår	1993	1993	1993	1993	1993
Förband (m)	1.5 x 2.3	2.0 x 2.2	1.5 x 2.7	1.5 x 2.2	2.0 x 2.2
Antal plantor	3653	780	780	3604	778
Snytbaggebehandling	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Kontrollkartering	1994	Nej	1994	Nej	Nej
Stickprovsinventering	1994	Nej	1994	Nej	Nej

¹Enligt SMHI (2014) ²Beräknade med modeller enligt Morén & Perttu (1994) ³Bonitering med ståndortsfaktorer enligt Hägglund & Lundmark (2007)

Odlingsmaterialets härkomst

De träd som finns planterade i försöken har olika ursprung. För korsningar finns hela ursprunget dokumenterat dvs. både modern och fadern till avkomman är känd. Detta gäller framförallt tallen och för dessa har en aritmetisk ”medelhärkomst” beräknats. Vad gäller de nordamerikanska trädslagen så är endast modern känd från vilken kottar plockats direkt utan korsning. Identiteten för avkomman kallas ”sortnummer”. För de friavblommade avkommorna finns det endast information om modern och i dessa fall har moderns härkomst gällt även för avkomman. Detta kan förklaras som familjehärkomst. En serie av sortnummer, dvs. kottar plockade från flera moderträd inom samma geografiska område, kallas för ”bestånd” och kan liknas vid proveniens. Bestånd 85 och 86 har endast ett sortnummer vardera trots att de har samlats in från flera olika moderträd, vilket gör att individer från dessa bestånd endast kan härledas till ett geografiskt område. Banksianatallens och contortatallens ursprung finns illustrerat i figur 5 och den sammanställda härkomsten för alla individer finns beskriven i bilaga 3.



Figur 5. Materialets härkomst i nordvästra Kanada. Contortatallens insamlingslokaler är markerade med fyrkanter och banksianatallens med cirklar. Hybrider är insamlade i bestånd 52, 87, 88, 89 och 90. Grön markering med streckad gräns visar contortatallens utbredningsområde och gul markering med fylld gräns visar banksianatallens utbredningsområde enligt Little (1971). Fullständig information om materialets härkomst finns i bilaga 3.

Datainsamling

Efter avslutad tillväxtsäsong 2014 inventerades de fem lokalerna 537-541. De variabler som mättes och bedömdes för varje enskilt träd var: höjd, diameter, sekundär diameter vid dubbelstam, vitalitet (överlevnad), antal grenvarv med sprötkvist, trädets lutning samt andra skador enligt Karlman, Lundh & Martinsson (1982). Alla mätvariabler med komplett mätinstruktion finns detaljerat beskrivna i bilaga 4. Ursprunget för varje enskilt träd inhämtades från Skogsforsks databas.

Den mätutrustning som användes var fältdator (Allegro MX) innehållande förprogrammerade försöksfiler, digital dataklave med trådlös överföring, digital höjdmätare, transponder, taxeringsväst samt snitselband. Den registrerade informationen undersöktes i flera omgångar där eventuella felaktiga registreringar åtgärdades eller exkluderades för att inte störa den efterföljande analysen.

Analys

Datat analyserades med hjälp av statistiska metoder som delades upp i två delar. I båda dessa användes Minitab 16 och Microsoft Excel 2011 som hjälpmedel. Den första delen innehöll en sammanställande analys för att jämföra skillnader i medelhöjd, medeldiameter, volym, överlevnad och skador för varje trädslag i respektive försök. Vid analys av medelhöjd och medeldiameter användes envägs-variansanalys (one-way ANOVA) (formel F1) med Fishers exakta test (för parvisa jämförelser) med 95 % konfidensintervall för respektive försök för att se eventuella signifikanta skillnader mellan trädslagen. Vid analys av överlevnad och skador användes test och konfidensintervall för två proportioner (two proportions test and confidence interval) (formel F2) med Fishers exakta test (för parvisa jämförelser) på 95 % -nivån. Vid jämförelse av medelhöjd och medeldiameter sorterades alla skadade träd bort för att återge respektive trädslags potential i så stor utsträckning som möjligt. För övriga variabler baserades analysen på samtliga planterade träd, utom de som bedömdes i dåligt skick vid planteringstillfället. Volymen för de enskilda träden beräknades enligt formel F3 (Brandel 1990) för tall och F4 (Eriksson 1973) för övriga trädslag. Dessa summerades sedan för att beräknas per trädslag och försök enligt formel F5.

$$Y_{ijk} = \mu_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad (F1)$$

Symbolen Y_{ijk} betecknar höjd respektive diameter för träd i och trädslag j vid försöksplats k , och symbolen μ_{jk} betecknar medelhöjd eller medeldiameter för trädslag nummer j vid försöksplats nummer k , och symbolen ε_{ijk} betecknar den slumpmässiga avvikelser från μ_{jk} för träd nummer i . Trädslagen är Tall ($j=1$), Contortatall ($j=2$), Banksianatall ($j=3$) och Hybrid ($j=4$). Försöksplatserna är Kettisträsk ($k=1$), Gäddträsk ($k=2$), Sävar ($k=3$), Siljansfors ($k=4$) och Laduberget ($k=5$).

$$\rho_1 - \rho_2 \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\rho_1(1-\rho_1)}{n_1} + \frac{\rho_2(1-\rho_2)}{n_2}} \quad (F2)$$

Där:

ρ_1 = Proportionen av den första populationen

ρ_2 = Proportionen av den andra populationen

n_1 = Antalet observationer i första populationen

n_2 = Antalet observationer i andra populationen

$z_{\frac{\alpha}{2}}$ = Den inversa kumulativa fördelningsfunktionen för den standardiserade normalfördelningen vid $1 - \alpha \div 2$

$\alpha = 1 - \text{signifikansnivå} \div 100$

$$V = 10^{-1,20914} \cdot d^{1,94740} \cdot (d+20,0)^{-0,05947} \cdot h^{1,40958} \cdot (h-1,3)^{-0,45810} \quad (F3)$$

$$V = 0,1121 \cdot d^2 + 0,02870 \cdot d^2 h - 0,000061 \cdot d^2 h^2 - 0,09176 \cdot d h + 0,01249 d h \quad (F4)$$

Där:

V = trädvolymen ovan stubbskär i dm^3/sk

h = Trädets höjd från marken i meter

d = Trädets diameter på bark i brösthöjd i centimeter

$$V = (\sum_{ijk} \div 1000) \div N_{jk} \cdot (10000 \div (h_k \cdot b_k)) \cdot a_k \quad (F5)$$

Där:

V = Volymproduktion ovan stubbskär i m³sk/ha för trädslag j i försök k

\sum = Volymsumman för de enskilda träden i för trädslag j i försök k enligt $F3$ eller $F4$

N = Antal planterade plantor för trädslag j i försök k

h = Provrutans höjd i meter för försök k

b = Provrutans bredd i meter för försök k

a = Antal planterade plantor per försöksruta för försök k

Den andra delen av analysen var inriktad på att undersöka härkomstens och temperatursummans betydelse för medelhöjd och överlevnad inom respektive art. Variablerna i tabell 2 testades mot medelhöjden för varje trädslag separat i variansanalys (ANOVA, General mixed linear model) enligt modelansats F6 och överlevnaden med variansanalys (ANOVA, Binary logistic regression) enligt modelansats F7. Vid analys av försök 437 och 440 gjorde även en blockindelning som testades för signifikanta skillnader inom försöken. De slutgiltiga modellerna för höjd och överlevnad för respektive trädslag varierade beroende på signifikansen hos svarsvariabler och multikollinearitet mellan dessa.

Tabell 2. Variabler som undersökts för att förklara trädhöjd och överlevnad

Variabel	Förklaring
Latitudförflyttning	Försökslokalens latitud - individens ursprungslatitud
Latitudförflyttning ²	Latitudförflyttning · Latitudförflyttning
Altitudsförflyttning	Försökslokalens altitud - individens ursprungsaltitud
TS	Försökslokalens temperatursumma
TS*Latitudförflyttning	Försökslokalens temperatursumma · Försökslokalens latitud - individens ursprungsaltitud

$$Y_{ijk} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1i} + \beta_{2j}X_{1i}^2 + \beta_{3j}X_{3i} + \beta_{4j}X_{4i} + \beta_{5j}X_{1i}X_{4i} + \varepsilon_{ijk} \quad (F6)$$

$$Prob(S_{ijk} = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1i} + \beta_{2j}X_{1i}^2 + \beta_{3j}X_{3i} + \beta_{4j}X_{4i} + \beta_{5j}X_{1i}X_{4i})}} \quad (F7)$$

Symbolen Y_{ijk} betecknar höjd respektive överlevnad för träd i och trädslag j vid försöksplats k , symbolerna $\beta_{0j}, \beta_{1j}, \beta_{2j}, \beta_{3j}, \beta_{4j}, \beta_{5j}$ är regressionskoefficienter och X_{1i} är trädets latitudförflyttning i grader, X_{3i} är trädets altitudförflyttning i meter, X_{4i} är lokalens temperatursumma i C°. Symbolen ε_{ijk} betecknar normalfördelad residualvarians.

Beteckningen $Prob(S_{ijk} = 1)$ står för att ett träd överlever och $Prob(S_{ijk} = 0)$ för att trädet inte överlever. Beteckningarna i, j och k är desamma som i formel F1.

Vid regressionsanalys med flera oberoende förklarande variabler är det viktigt att variablerna inte har någon stark inbördes relation (Chatterjee & Hadi 2006). För att undvika multikollinearitet gjordes därför korrelationstester mellan de förklarande variablerna, vid vilka vissa variabler var tvungna att uteslutas (bilaga 5)

Kontroll av normalfördelning, homogen varians, oberoende residualer och att inte skevhet i data förekom utfördes (bilaga 6).

RESULTAT

Medelhöjd, medeldiameter och volymproduktion

Medelhöjden mellan de olika trädslagen var genomgående högst för contortatallen, följt av hybriden, banksianatallen och lägst för tallen. Banksianatallen var som mest 12,9 dm (24 %) högre än tallen och i genomsnitt var siffran 15 % utslaget över alla försök. Störst skillnad var det mellan contortatallen och tallen där contortatallen var 29 dm (54 %) högre än tallen. I genomsnitt var contortatallen 33 % högre än tallen. Contortatallen var även högre än banksianatallen i samtliga försök och den största skillnaden var 15,3 dm (23 %) med en genomsnittlig skillnad på 15 %. Hybriden var i förhållande till banksianatallen i genomsnitt 11 % högre (tabell 3).

Tabell 3. Medelhöjd i dm för oskadade träd (med medelfel inom parentes) för försöksarterna i respektive försök. Medelvärden inom försök med olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda.

	Kettisträsk 537	Gäddträsk 538	Sävar 539	Siljansfors 540	Laduberget 541
Tall	62,3 (1,12) ^C	54,8 (1,09) ^C	67,2 (1,38) ^C	81,6 (1,57) ^D	54,1 (2,01) ^D
Contortatall	76,6 (0,48) ^A	78,4 (1,24) ^A	85,3 (0,95) ^A	96,5 (0,58) ^A	83,1 (0,97) ^A
Banksianatall	68,7 (0,3) ^B	67,7 (0,72) ^B	74,9 (0,75) ^B	85,2 (0,35) ^C	67,8 (1,35) ^C
Hybrid	74,5 (1,11) ^A	75,1 (1,36) ^A	89,6 (2,86) ^A	92,3 (1,21) ^B	74,1 (2,14) ^B

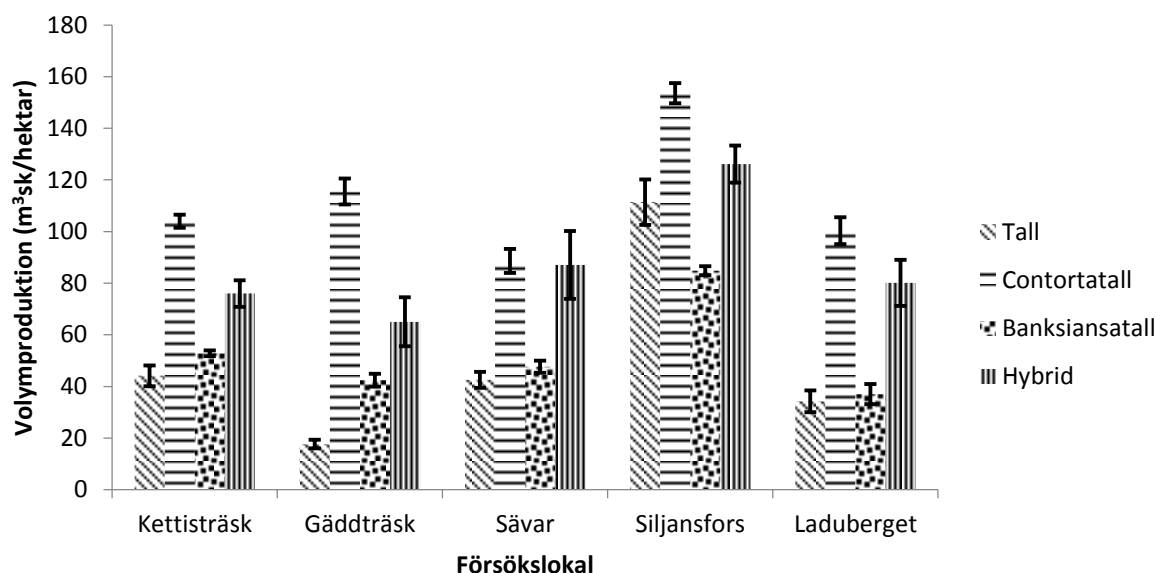
Medeldiametern varierade mer mellan de olika trädslagen än medelhöjden. Genomgående hade dock trädslagen en liknande inbördes ranking mot varandra som i medelhöjd. Banksianatallen var som mest 26,2 mm (30 %) grövre i medeldiameter jämfört med tallen. Dock hade tallen 8,2 mm (8 %) större diameter än banksianatallen i det bördigaste försöket. I genomsnitt var banksianatallen 19 % grövre sett över alla försök. Största skillnaden mellan trädslagen återfanns även för denna parameter mellan contortatallen och tallen. Den var som mest 58,7 mm (67 %) i contortatallens favör och 42 % i genomsnitt. Skillnaden mellan banksianatall och contortatall var i genomsnitt 25 % med 32,5 mm (28 %) som max. Hybridens medeldiameter var i genomsnitt 13 % grövre än banksianatallen (tabell 4).

Tabell 4. Medeldiameter i mm för oskadade träd vid 1,3 m på bark (med medelfel inom parentes) för försöksarterna i respektive försök. Medelvärden inom försök med olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda.

	Kettisträsk 537	Gäddträsk 538	Sävar 539	Siljansfors 540	Laduberget 541
Tall	84 (2,5) ^D	88 (3,1) ^C	77 (2,3) ^C	108 (3,2) ^B	77 (4,0) ^C
Contortatall	110 (1,0) ^A	146 (3,0) ^A	113 (2,0) ^A	124 (1,2) ^A	118 (2,4) ^A
Banksianatall	91 (0,7) ^C	114 (2,2) ^B	90 (1,5) ^B	100 (0,7) ^C	92 (3,2) ^B
Hybrid	103 (2,4) ^B	119 (4,1) ^B	113 (5,6) ^A	110 (2,6) ^B	105 (4,4) ^{AB}

Volymproduktionen mellan arterna var likartad över de olika försöken. Contortatallen hade högst volymproduktion på samtliga försökslokaler medan hybriden hade näst högst. Banksianatallen hade tredje högsta volymproduktion på alla försökslokaler utom Siljansfors, vid vilken tallens volymproduktion var 29 m³sk/ha (26 %) större än banksianatallens. I

genomsnitt hade contortatall 192 % högre volymproduktion än tall, 121 % högre än banksianatall och 33 % högre än hybrid. Banksianatall hade i genomsnitt 25 % högre volymproduktion än tall och 109 % lägre än hybrid. Den största skillnaden inom ett enskilt försök återfinns i Gäddträsk vid vilket contortatall hade 517 % högre volymproduktion jämfört med tall (figur 6).



Figur 6. Volymproduktion (m³sk per hektar, ± medelfel) beskrivet per trädslag och försökslokal.

Överlevnad

Överlevnaden var likartad på de flesta av försöken. Banksianatallen hade genomgående lägst överlevnad utom i Gäddträsk där tallen var knappt sämre. I genomsnitt var överlevnaden 9,2 procentenheter högre för tallen, 13,0 procentenheter högre för hybriderna och 16,9 procentenheter högre för contortatallen. Banksianatallen kunde dock endast signifikant skiljas från tallen i två av försöken. Högst var överlevnaden i genomsnitt för contortatallen (tabell 5).

Tabell 5. Överlevnad beskrivet i procent per trädslag och försök. Värden inom försök med olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda.

	Kettisträsk 537	Gäddträsk 538	Sävar 539	Siljansfors 540	Laduberget 541
Tall	72,5 ^{AB}	47,5 ^B	92,1 ^A	74,1 ^{ABC}	81,7 ^B
Contortatall	82,5 ^A	76,5 ^A	88,0 ^{AB}	78,0 ^{AB}	91,6 ^{AB}
Banksianatall	68,4 ^B	48,1 ^B	82,5 ^B	70,8 ^C	62,1 ^C
Hybrid	72,6 ^{AB}	64,0 ^{AB}	84,6 ^{AB}	83,8 ^A	92,0 ^A

Skador

Älgskadorna varierade mellan försökslokalerna och trädslagen. Tallen hade generellt större andel älgskador än de övriga trädslagen i Kettisträsk och Gäddträsk. På de sydliga försöken var skadebilden mer jämnt fördelad. I genomsnitt hade tallen den största andelen skadade träd (6,4 %) följd av contortatallen (4,4 %) medan banksianatallen och hybriden hade 1,2 % älgskadade träd. Största skillnaden inom ett enskilt försök fanns i Gäddträsk där tallen hade 15,1 procentenheter högre andel skadade träd jämfört med banksianatallen. I genomsnitt skiljde det 5,2 procentenheter mellan tallen och banksianatallen medan det skiljde 3,3 procentenheter mellan contortatallen och banksianatallen. Det fanns ingen skillnad mellan banksianatallen och hybriden. Älgskadorna på tallen omfattade nästan uteslutande toppbetning medan skador på de övriga trädslagen nästan uteslutande omfattade fejning eller barknag på stammen (tabell 6).

Tabell 6. Älgskadade träd beskrivet i procent per trädslag och försök. Värden inom försök med olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda.

	Kettisträsk 537	Gäddträsk 538	Sävar 539	Siljansfors 540	Laduberget 541
Tall	12,8 ^A	16,3 ^A	0 ^A	1,2 ^B	1,7 ^A
Contortatall	0,4 ^B	3,1 ^B	6,3 ^A	10,7 ^A	1,7 ^A
Banksianatall	0,1 ^B	1,2 ^B	1,3 ^A	3,2 ^B	0 ^A
Hybrid	0 ^B	4,0 ^B	0 ^A	1,9 ^B	0 ^A

Flerstammighet var ojämnt fördelat över försöken. Gäddträsk hade höga andelar skadade träd medan Sävar hade mycket låga andelar. Hybriden hade lägst andel flerstammighet i genomsnitt av de testade trädslagen (3,9 %) medan contortatallen hade högst (10,4 %). Banksianatallen och tallen hade 7,4 respektive 4,2 %. Största observerade skillnaden inom ett enskilt försök återfanns i Gäddträsk där contortatallen hade 26 procentenheter högre flerstammighet än hybriden. I genomsnitt hade banksianatallen drygt 3 % procentenheter högre flerstammiga träd än tallen och hybriden medan den hade 3 procentenheter lägre flerstammiga träd än contortatallen. Störst genomsnittlig skillnad var det mellan contortatallen och hybriden (6,5 procentenheter) (tabell 7).

Tabell 7. Flerstammiga träd (delning under 1,3 m) beskrivet i procent per trädslag och försök. Värden inom försök med olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda.

	Kettisträsk 537	Gäddträsk 538	Sävar 539	Siljansfors 540	Laduberget 541
Tall	4,7 ^A	15,1 ^B	1,3 ^A	0 ^C	0 ^A
Contortatall	5,0 ^A	32,3 ^A	1,5 ^A	7,7 ^A	5,5 ^A
Banksianatall	3,6 ^A	23,3 ^{AB}	0,5 ^A	4,5 ^B	5,1 ^A
Hybrid	2,7 ^A	6,3 ^B	0 ^A	6,0 ^{AB}	4,4 ^A

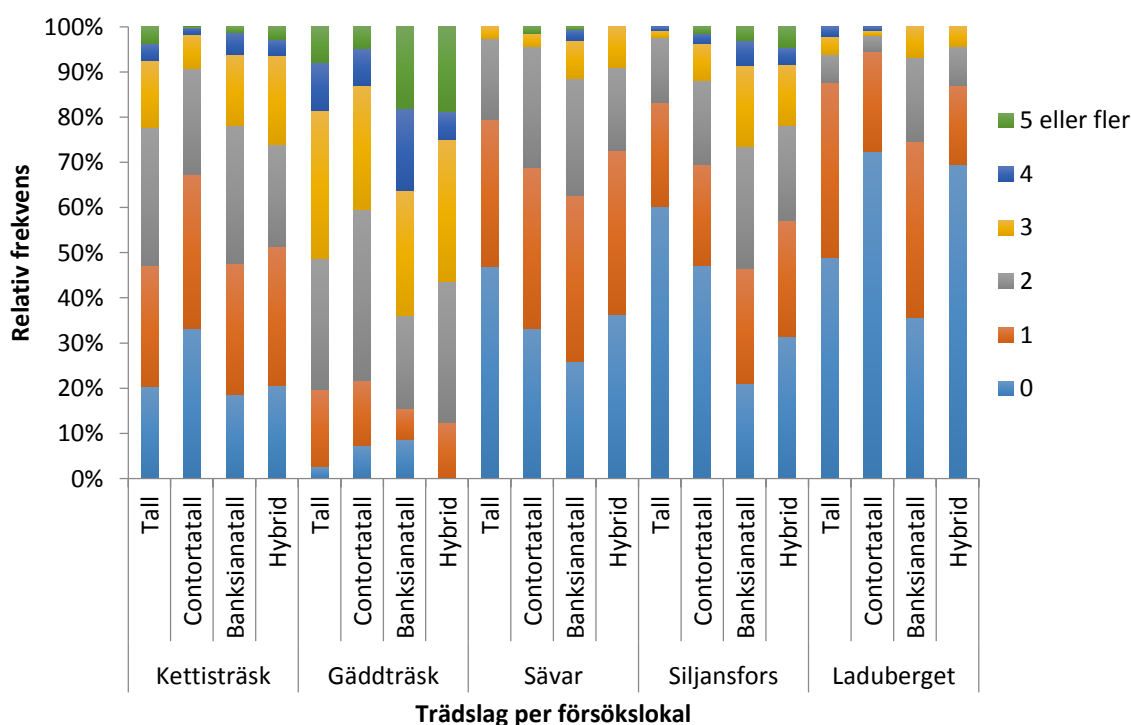
Flertoppighet varierade mellan trädslag och försök. Contortatallen hade högst andel flertoppiga träd i genomsnitt med 8,9 %. Närmast efter kom hybriden med 5,8 %, följd av banksianatallen (2,7 %) och sist tallen (1,4 %). Den enskilt största skillnaden mellan två trädslag inom ett försök återfanns i Gäddträsk där contortatallen hade 14,3 procentenheter

högre flertoppiga träd än tallen. I genomsnitt var det 6,3 procentenheter fler flertoppiga träd hos contortatallen jämfört med banksianatallen. Motsvarande siffra mellan banksianatallen och hybriden var 3,1 procentenheter fler för hybriden och jämfört med tallen hade banksianatallen 1,3 procentenheter fler flertoppiga träd (tabell 8).

Tabell 8. Flertoppiga träd (delade ovan 1,3 m) beskrivet i procent per trädslag och försök. Värden inom försök med olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda.

	Kettisträsk	Gäddträsk	Sävar	Siljansfors	Laduberget
	537	538	539	540	541
Tall	0,9 ^B	2,6 ^B	0 ^A	1,6 ^B	2,0 ^A
Contortatall	10,4 ^A	16,9 ^A	5,8 ^A	7,0 ^A	4,6 ^A
Banksianatall	2,3 ^B	3,5 ^B	1,0 ^A	3,2 ^B	3,4 ^A
Hybrid	5,5 ^{AB}	6,3 ^{AB}	9,1 ^A	3,8 ^{AB}	4,4 ^A

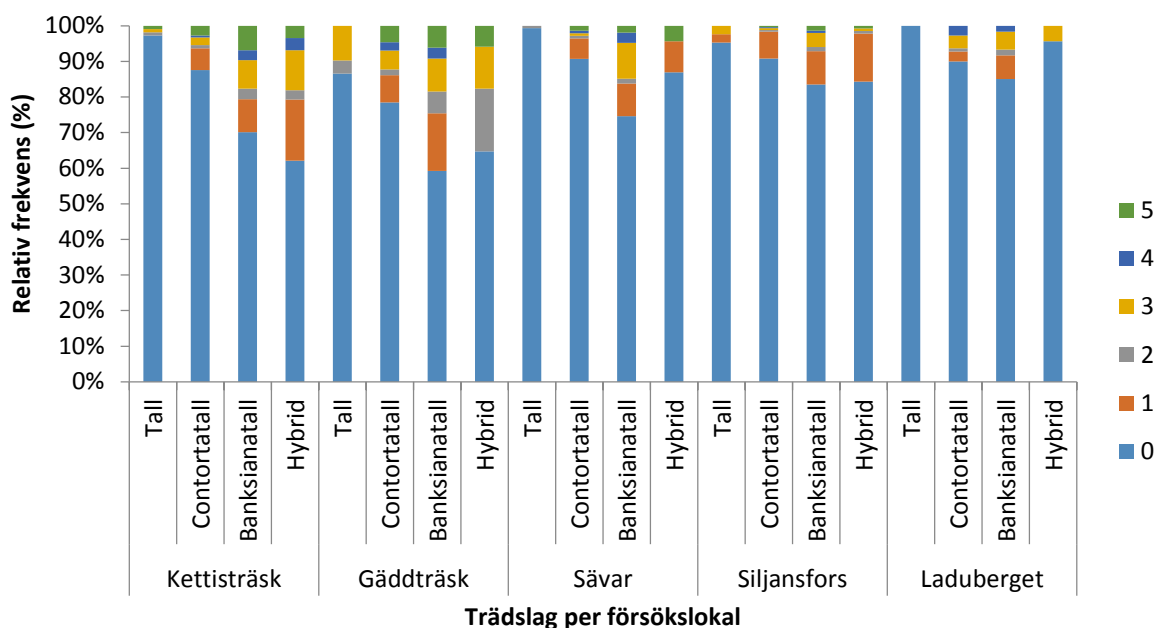
Andelen sprötkvist varierade mellan de olika försöken. I genomsnitt hade contortatallen lägst antal spröt (1,17 spröt per träd) och banksianatallen högst andel (1,73 spröt per träd) medan hybriden och tallen låg mellan dessa med 1,54 respektive 1,33 spröt per träd. I genomsnittliga relativa tal sett över alla försökslokaler hade banksianatallen 17 procentenheter fler träd med minst ett spröt jämfört med contortatallen, 14 procentenheter fler med minst ett spröt jämfört med tallen och 10 procentenheter fler träd med minst ett spröt jämfört med hybriden. Störst skillnad inom ett enskilt försök var det i Siljansfors där banksianatallen hade 39 procentenheter fler träd med minst ett spröt jämfört med tallen (figur 7).



Figur 7. Antal sprötkvist per träd i procent beskrivna per trädslag och försök.

Tallen hade lägst andel lutningsskador i varje försök. I genomsnitt, sett över alla försök, hade tallen 21 procentenheter fler träd utan lutningsskada jämfört med banksianatallen. Samma jämförelse mellan banksianatallen och contortatallen visade 13 procentenheter fler oskadade träd i contortatallens favör. Hybriden hade 4 procentenheter fler oskadade träd jämfört med

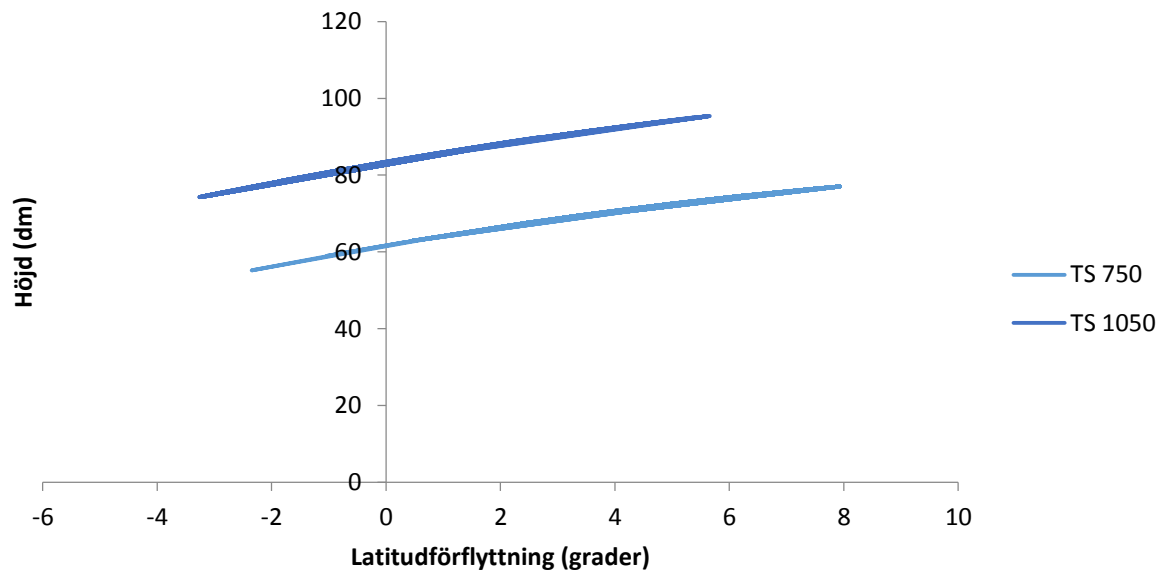
banksianatallen. Den vanligaste lutningsskadan för banksianatall var planteringskrök vilket observerades i 10 % av fallen, följt av toppbrott/stambrott med 7 % (figur 8).



Figur 8. Procentuell fördelning av lutningsvariabel per träslag och försök. 0= Ingen lutningsskada, 1=Planteringskrök, 2=Måttligt lutande träd, 3= Toppbrott/Stambrott, 4= Kraftigt lutande träd med tendens till rotvälta, 5= Liggande träd med rotvälta.

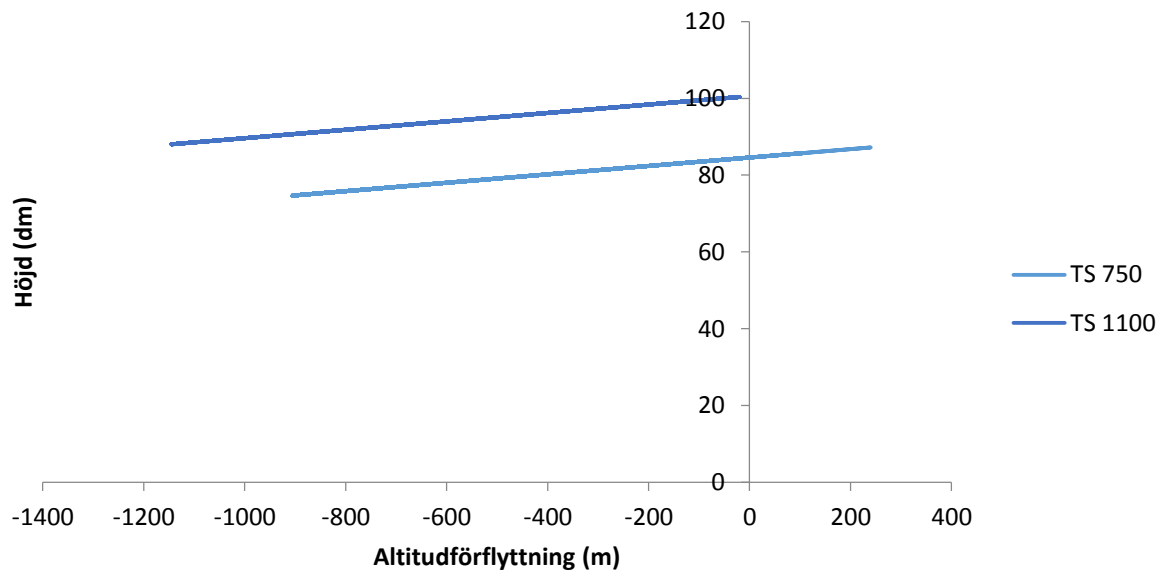
Odlingsmaterialets härkomst och odlingslokalens temperatursumma

Den generella modellen (för alla försök) som förklarade höjdens variation för banksianatall (bilaga 7) visade att latitutförflyttning hade en betydande positiv påverkan på höjden med en viss avtagande effekt ju längre förflyttningen var. Lokalens temperatursumma stod för den största delen av förklaringsgraden (1471 gånger starkare än residualvariansen) medan latitutförflyttningen och latitutförflyttning² var 256 respektive 12 gånger starkare än residualvariansen. Förklaringsgraden var 42,5 % vilket innebär att 57,5 % av variansen beror på andra, okända faktorer (figur 9). På samtliga försökslokaler förutom Laduberget var latitutförflyttning eller latitutförflyttning² signifikant (bilaga7).



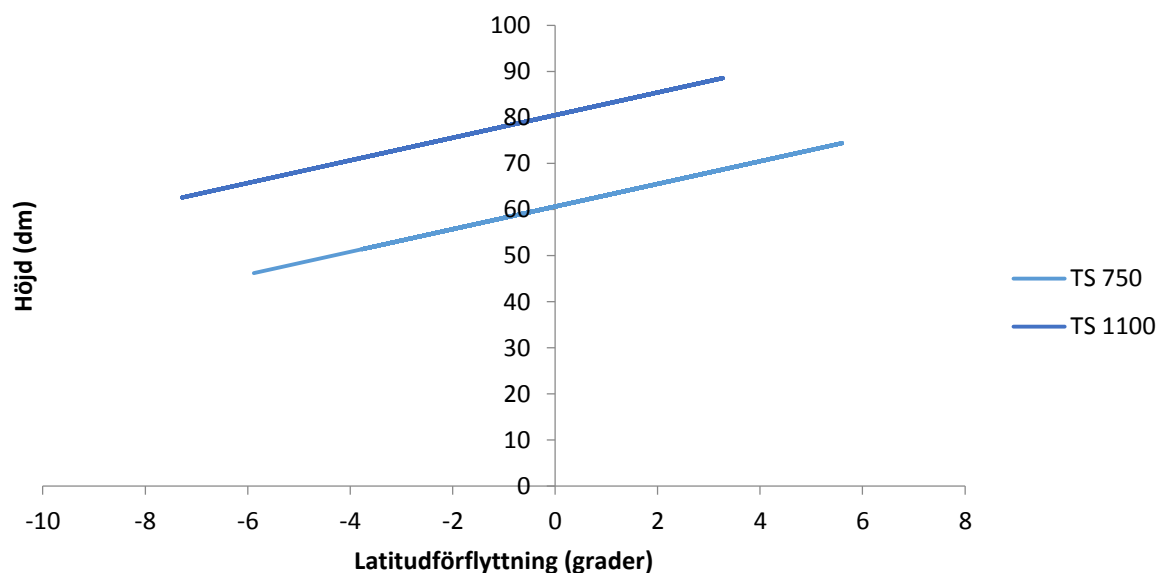
Figur 9. Banksianatallens bäst förklarande modell för höjd illustrerad i en graf mot latitutförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ latitutförflyttning innebär sydförflyttning medan positiv latitutförflyttning innebär nordförflyttning jämfört med försöksträdens ursprungslatitud.

Contortatallens bäst förklarande, generella modell för alla försök för variation i höjd (bilaga 8) visade att altitutförflyttning hade en positiv påverkan på höjden. Temperatursumman och altitutförflyttning var 773 gånger respektive 52 gånger starkare än residualvariansen med en förklaringsgrad på 38 % (figur 10). Altitutförflyttning var signifikant i försök 537, 539 och 540 medan latitutförflyttning var signifikant i försök 541. Ingen parameter var signifikant i försök 538 (bilaga 8).



Figur 10. Contortatallens bäst förklarande modell för höjd illustrerad i en graf mot altitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ altitudförflyttning innebär förflyttning från hög till låg höjd medan positiv altitudförflyttning innebär förflyttning från låg till hög höjd jämfört med trädens ursprungsaltitud.

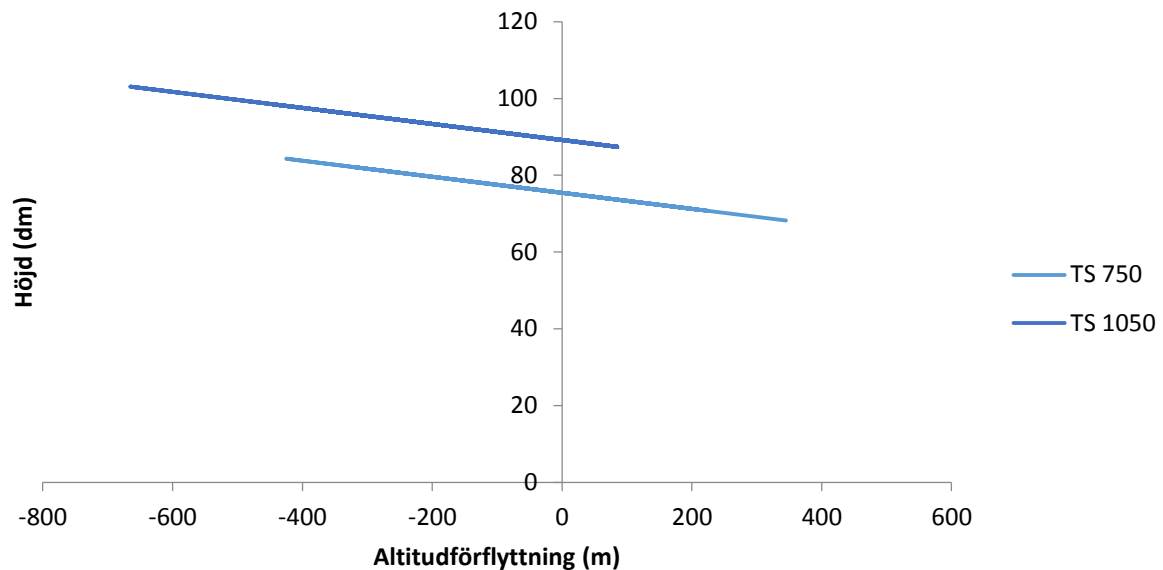
Tallens bäst förklarande generella modell för att beskriva variation i höjd (bilaga 9) visade att latitudförflyttning och lokalens temperatursumma var de viktigaste förklarande variablerna med värden 220 respektive 86 gånger starkare än residualvariansen. Variablerna förklarade 33 % av variationen (figur 11). Latitudförflyttningen var signifikant i alla försök utom 538 (bilaga 9).



Figur 11. Tallens bäst förklarande modell för höjd illustrerad i en graf mot latitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ latitudförflyttning innebär sydförflyttning medan positiv latitudförflyttning innebär nordförflyttning jämfört med försöksträdens ursprungslatitud.

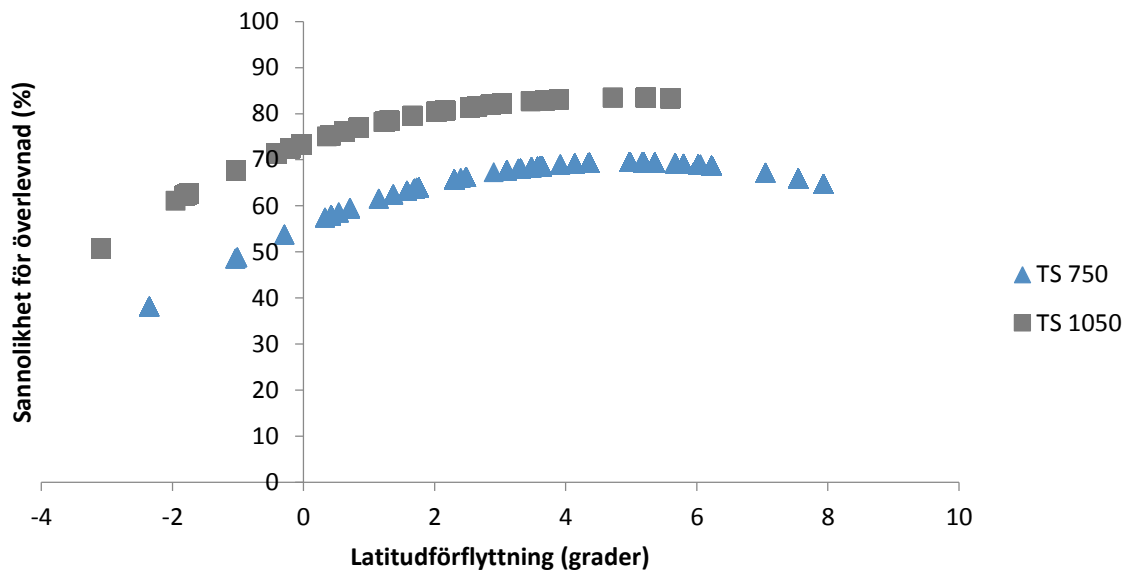
Hybridens bäst förklarande, generella modell för variationen i höjd (bilaga 10) visar att lokalens temperatursumma och altitudförflyttning har störst påverkan med värden 134

respektive 43 gånger starkare än residualvariansen. De testade variablerna förklarade 49 % av variationen (figur 12). Altitudförflyttning var signifikant i försök 537, 538 och 540. Latitudförflyttning var signifikant i försök 539 och 540. Ingen av de förklarande variablerna var signifikanta i försök 541 (bilaga 10).



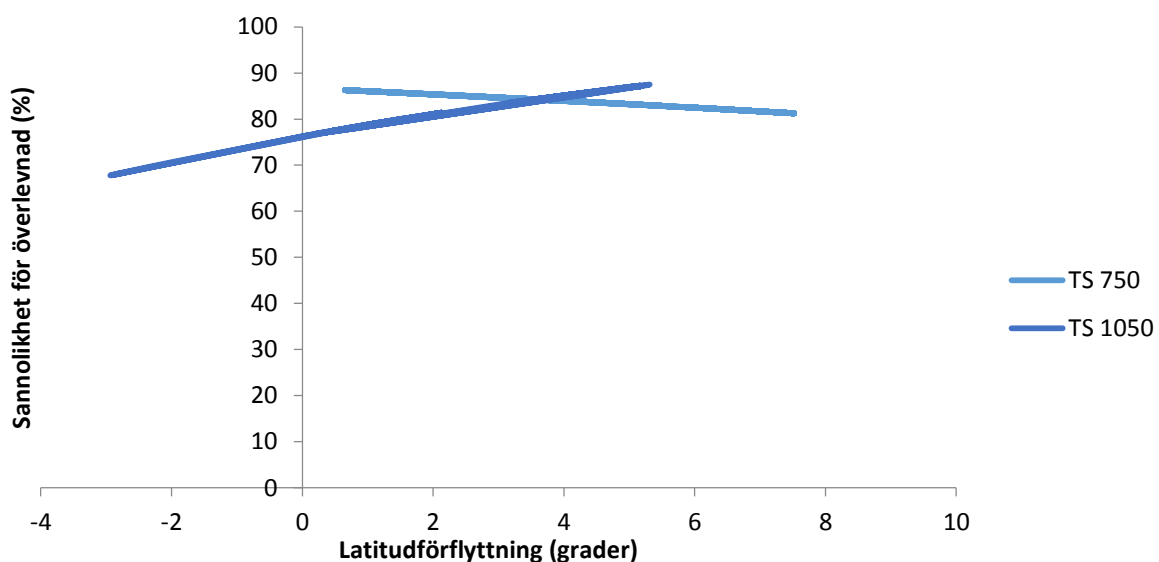
Figur 12. Hybridens bäst förklarande modell för höjd illustrerad i en graf mot altitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ altitudförflyttning innebär förflyttning från hög till låg höjd medan positiv altitudförflyttning innebär förflyttning från låg till hög höjd jämfört med trädens ursprungsaltitud.

Den bäst förklarande modellen för sannolikhet för överlevnad av banksianatall (bilaga 11) visade att lokalens temperatursumma och latitudförflyttning var signifikanta. Optimal nordförflyttning för att maximera överlevnaden var cirka 5 grader (figur 13). Latitudförflyttningsvariabeln var signifikant i försök 538 och 540. Det fanns en signifikant skillnad i överlevnad mellan minst ett av blocken i försök 537 och försök 540. Resterande försök hade ingen signifikant skillnad i överlevnad som förklarades av de testade variablerna (bilaga 11).



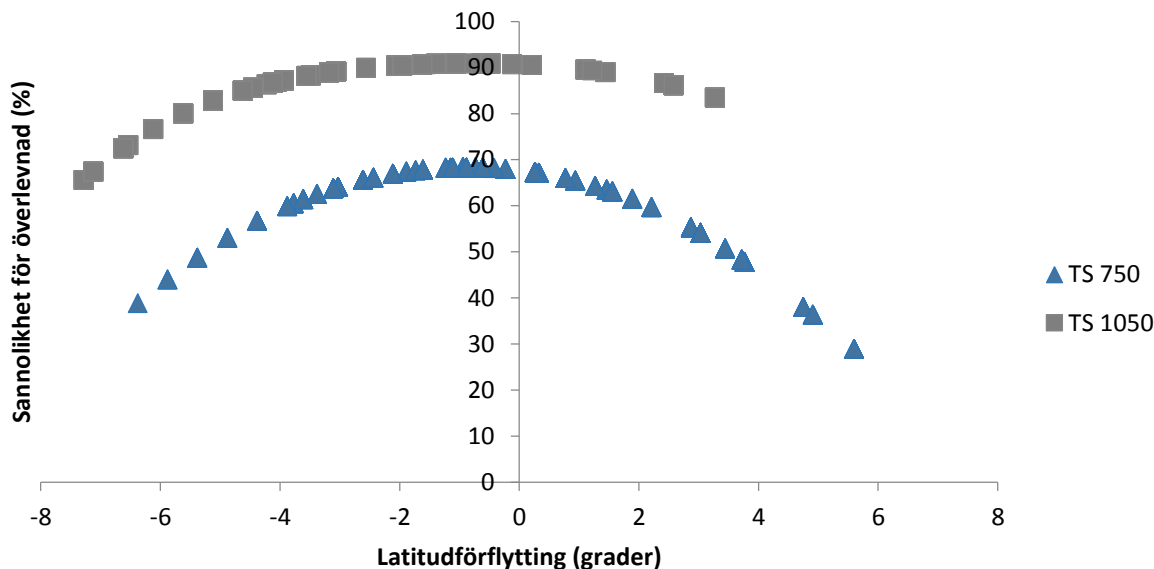
Figur 13. Banksianatallens bäst förklarande modell för överlevnad illustrerad i en graf mot latitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ latitudförflyttning innebär sydförflyttning medan positiv latitudförflyttning innebär nordförflyttning jämfört med försöksträdens ursprungslatitud.

Den bäst förklarande modellen för sannolikhet för överlevnad hos contortatall (bilaga 12) visade lokalens temperatursumma, latitudförflyttning och samspelet mellan dessa förklarar variationen i sannolikhet för att överleva (figur 14). Latitudförflyttning var signifikant i försök 537 och det fanns en signifikant skillnad mellan minst ett av blocken inom försöket jämfört med de andra. Inget annat försök visade signifikans på någon av försöksvariablerna (bilaga 12)



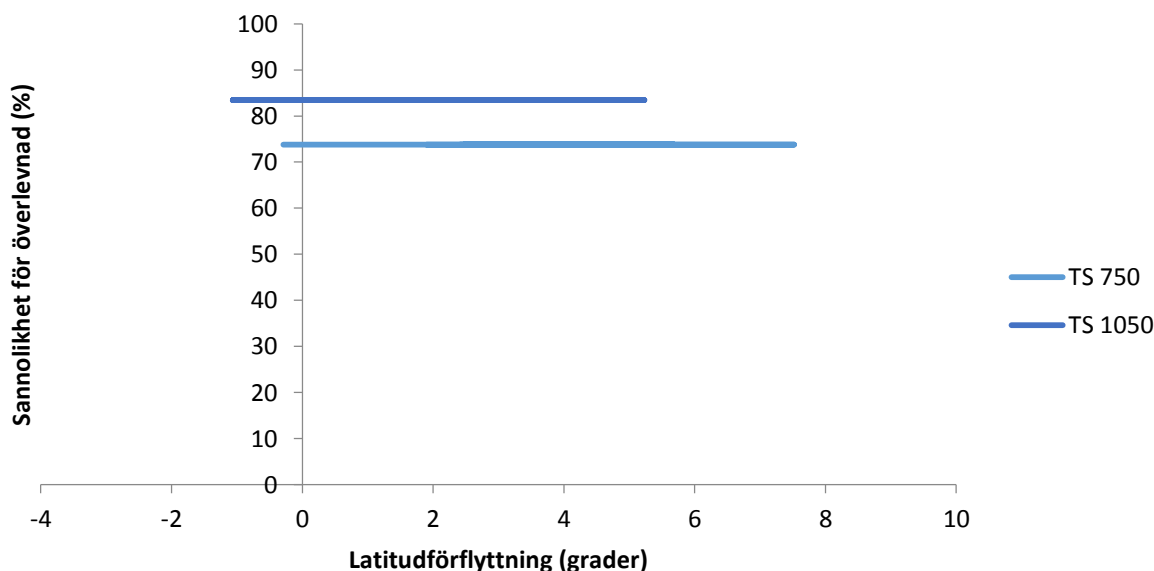
Figur 14. Contortatallens bäst förklarande modell för överlevnad illustrerad i en graf mot latitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ latitudförflyttning innebär sydförflyttning medan positiv latitudförflyttning innebär nordförflyttning jämfört med försöksträdens ursprungslatitud.

Tallens bäst förklarande modell för sannolikhet för överlevnad (bilaga 13) visade att lokalens temperatursumma och latitudförflyttning hade signifikant effekt på denna. Optimal sydförflyttning för att maximera överlevnaden var 0,7 grader. (figur 15). Latitudförflyttning hade signifikant samband med sannolikheten för överlevnad i alla försök utom 541, vid vilken ingen förklarande variabel visade någon effekt (bilaga 13).



Figur 15. Tallens bäst förklarande modell för överlevnad illustrerad i en graf mot latitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ latitudförflyttning innebär sydförflyttning medan positiv latitudförflyttning innebär nordförflyttning jämfört med försöksträdens ursprungslatitud.

Hybridens bäst förklarande modell för sannolikhet för överlevnad (bilaga 14) visade lokalens temperatursumma var den enda faktorn som hade signifikant effekt (figur 16). Ingen av de testade förklarande variablerna visade signifikant effekt i något försök (bilaga 14).



Figur 16. Hybridens bäst förklarande modell för överlevnad illustrerad i en graf mot latitudförflyttning vid temperatursumman (TS) 750 och 1050 dygnsgrader vilka ungefär representerar försökslokalerna. Negativ latitudförflyttning innebär sydförflyttning medan positiv latitudförflyttning innebär nordförflyttning jämfört med försöksträdens ursprungslatitud.

DISKUSSION

Medelhöjd och medeldiameter

Många studier har tidigare visat att medelhöjd är en mycket bra förklarande variabel för att utreda produktion (Pretzsch 2009; Longpré m.fl. 1994; Monserud, Moody & Breuer 1990; Carmean 1975). Detta bör göra bedömningsgrunden för analysen som god.

Medelhöjden för banksianatall var jämfört med contortatall och tall (tabell 3) signifikant skilda i samtliga fall vilket talar för att banksianatallen, i denna studie och fram till 2014, har en högre höjdtillväxt än tallen och lägre än contortatallen. Det bör dock betonas att detta endast gäller de oskadade träden.

Volymproduktion

Total volymproduktion (figur 6) kan ses som en sammanställande beskrivning som tar den faktiska produktionen på respektive lokal i beaktande, vilket innebär att denna inkluderar överlevnad, medelhöjd och skador med mera. Denna variabel bör därför vara mest intressant för skogsbranschen. Skillnaderna mellan banksianatallens och tallens volym var liten och inte statistiskt säkerställda men för de nordligare försöken (537-539) var skillnaden mellan arterna till banksianatallens fördel. Trots att det endast skiljer en enhet på bonitetskalan mellan Sävar (T22) och Siljansfors (T23), och skillnaden i överlevnad är till tallens fördel i Sävar, är tallens volymproduktion klart högre än banksianatallens i Siljansfors och omvänt i Sävar (figur 6). En rimlig förklaring till detta är att konkurrensen i Siljansfors är högre (3030 plantor per hektar) än i Sävar (2273 plantor per hektar) och banksianatallen missgynnas mer än tallen av detta eftersom banksianatall och contortatall står blandade i försöken medan tall återfinns i separata rutor. Funktionen som användes vid beräkning av volym för enskilda banksianatallar (F4) är egentligen avsedd för beräkning av contortatall vilket kan skapa en viss osäkerhet i skattningen, men avvikelsen torde vara mycket liten.

Överlevnad

Det var relativt små skillnader i överlevnaden mellan försöken och trädslagen. Att banksianatallen har en lägre överlevnad än övriga trädslag ligger i linje med det som den enda tidigare studien på trädslaget (Morris 2010) kom fram till. Det finns ingen uppenbar orsak till att överlevnaden skulle vara sämre än för övriga trädslag. Att tallen fått en sämre överlevnad än contortatallen och hybriden skulle däremot kunna förklaras av att den är känslig för alltför stora latitudförflyttningar (figur 15) och att tallen består av material från relativt brett latitudursprung.

Odlingmaterialets härkomst och lokalens temperatursumma

Förflyttningseffekterna (härkomstbetydelsen) för trädhöjd var tvetydiga. Banksianatallen hade en relativt tydlig latitudförflyttningseffekt (figur 9). Den optimala latitudförflyttningen för att maximera trädhöjd ser inte ut att ha nåtts utan ligger troligtvis bortom åtta graders latitudförflyttning. Kroon & Rosvall (2006) visade att optimal latitudförflyttning för vitgran var mellan 7-9 breddgrader norrut medan det för svartgran kunde handla om upp till 12 graders nordlig latitudförflyttning för att maximera trädhöjden. Eftersom banksianatallen härstammar från Kanada precis som dessa arter är det inte orimligt att misstänka att banksianatallen har liknande optimala förflyttningseffekter för att maximera trädhöjd. Detta talar för modellen relevans. Något som talar emot modellens giltighet är att den endast förklarar 42,5 % av variansen. Att contortatallens och hybridens modeller inte är signifikanta för latitudförflyttning beror troligtvis på att materialet är insamlat i alltför snävt geografiskt område (4,99 respektive 3,16 grader) (bilaga 3). Denna tanke förstärks när tallens ursprung och modell studeras. Trots att det bara finns en tredjedel så många observationer av tall som contortatall har den en mycket signifikant effekt för latitudförflyttning både för trädhöjd och överlevnad. Tallens ursprung härstammar från 8,5 graders latitudinell spridning.

Liknande resonemang är applicerbara på regressionsfunktionerna för överlevnad. För banksianatallen har en optimal latitudförflyttning för att maximera överlevnaden uppnåtts (cirka fem grader) även om det är en marginell påverkan på överlevnaden för förflyttning de ytterligare tre graderna (figur 13). Liknande undersökningar (Andersson m.fl. 2003; Kroon & Rosvall 2004; Kroon & Rosvall 2006) har haft betydligt fler försökslokaler (8–36 stycken) och/eller större spridning på materialet (4,4–15,5 grader) vilket torde göra det enklare att se effekter av förflyttningar och förklarar varför modellerna i detta arbete har relativt låg signifikans för latitudförflyttning.

Skador

Tallen hade avsevärt lägre andel träd med lutningsskador jämfört med banksianatallen, även om inga signifikanta samband utreddes (figur 8). För contortatall är dessa skador ofta förorsakade av snö eller vind på grund av med instabilitet, i synnerhet unga, planterade plantor och undertryckta träd. Naturligt föryngrade plantor uppvisar inte samma instabilitet. Detta tros bero på rotsystemets utveckling, vilken är sämre hos de planterade plantorna (Rosvall 1994). Detta skulle kunna vara en rimlig förklaring till varför banksianatallen var drabbad i så hög utsträckning av dessa skador. Om banksianatallen har en liknande rotutveckling som contortatallen hade kanske sådd givit en bättre stabilitet och lägre andel lutningsskador. En positiv följeffekt av sådd hade även varit att banksianatallens ibland låga överlevnad vid plantering hade kunnat kompenseras.

En önskad faktor i studien var de ofrivilliga röjningarna av försökslokal 539 och 540. Även om de röjda stammarna exkluderades ur analysen har de troligen haft en viss påverkan på delar av resultatet eftersom de bortröjda stammarna ofta hade skador sedan innan som på grund av röjningen inte kom med i analysen. Denna betydelse bedömer jag dock som ringa då de röjda stammarna totalt omfattade 251 banksianatallar, 66 contortatallar, 23 tallar och 7 hybrider, vilket motsvarar ungefär 3,9 procent av de inventerade träden.

Älgskadorna i form av toppbetning förekom i stort sett bara på tallen i försök 537 och 538. Förklaringen är troligtvis att banksianatall, contortatall och hybriden helt enkelt hade vuxit ut beteshöjd medens tallen hållits kvar.

Vid en skadeinventering från 1997 i försök 538 konstaterades att 70-80 % av banksianatallarna och contortatallarna älgbetats medan endast 5-10 % av tallarna utsatts. Vid inventeringen konstaterades även att tallarna var angripna av knäcksjuka (*Melampsora pinitorqua* Rostr.) i cirka 70 % av fallen. Knäcksjuka förekom i enstaka fall på contortatall medan inga observationer gjordes på banksianatall. Gråbarrsjuka (*Lophodermella sulcigena* (Link) Höhn.) hade enbart drabbat tallen medan gremmeniella (*Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet) och snöskytte (*Phacidium infestans* P. Karst) drabbat samtliga tallarter i lika stor utsträckning (Hajek 1997).

Trots den hårda älgbetningen vid försök 538 har contortatall och banksianatall visat högre tolerans än tallen. Detta kan ses i överlevnaden hos contortatall (tabell 5) och volymproduktionen för banksianatall (figur 6). Om svampsjukdomar har haft någon effekt i dessa fall är svårt att veta då försöket inte inventerats efter 1997 men det är naturligtvis inte otroligt då det observerades mycket svampskador på närliggande, yngre bestånd vid inventeringen av försök 538 år 2014. Denna inventering pekar på att banksianatall kan ha liknande resistens mot knäcksjuka och gråbarrsjuka som contortatall har beskrivits ha (Karlman 1986). Detsamma ser ut att gälla angående toleransen mot älgbetning (Niemelä & Danell 1988), och resistensen mot törskate (Kaitera & Nuorteva 2008).

Det är också ett rimligt antagande att den väldigt höga andelen flerstammiga träd (tabell 7) och flertoppiga träd (tabell 8) i försök 538 har sin bakgrund i en hög andel betesskador i unga år.

Metod-, modell- och datakvalité

Att contortatall, banksianatall och hybriden står spridda med full randomisering på försökslokalerna kan utgöra en osäkerhetsfaktor eftersom bestånd med flera blandade trädslag oftast har en så kallad blandningspåverkan på varandra (Pretzsch 2009). Eftersom banksianatall är det trädslag med lägst tillväxt av dessa och är känslig för konkurrens (Bickerstaff & Cayford 1968) är det ett rimligt antagande att denna påverkats mest negativt av denna blandning. För en mer rättvis, jämförbar analys hade det varit önskvärt om de enskilda trädslagen hade planterats i egna parceller bredvid varandra istället, något som gjordes med tallen.

Studien är gjord i försök som är planterade 1993 varefter endast några få kontroller och besök är gjorda. Att försöket inte följts upp förrän nu ser jag som en brist. Det är svårt att härleda problem som uppstått under försökets yngre år, då många spår av dessa vid det här laget är borta.

Statistikprogrammet har tyvärr begränsat möjligheterna till att göra analysen så omfattande som önskat. Kroon & Rosvall (2004) samt Kroon & Rosvall (2006) har använt en modell som inkluderat temperatursumma som fixed effect och försökslokal samt block som random effect.

Detta gjorde att de kunde få med både försökens och temperatursummans effekt i modellerna och kunde få ut residualvarians mellan block och mellan försök. Inget av detta var möjligt med Minitab, vilket jag ser som en osäkerhet i analysen.

Banksianatallens framtid i Sverige

Huruvida banksianatallen är ett trädslag som kan vara av intresse i Sverige är svårt att utröna utifrån denne studie. Det som kan sägas är att banksianatall fram till 23 års ålder ser ut att vara mer produktiv än tall på sämre till medelgoda tallmarker medan den inte alls kan konkurrera med contortatallen. Det är svårt att jämför tillväxt hos olika trädslag beroende på att de har olika nischer vilka innebär att de kan växa olika fort i olika faser av sin livstid (Pretsch 2009). Detta fenomen innebär att den optimala omloppstiden kan variera för olika trädslag och jämförelser mellan produktion kan göras på olika omloppstider vilket förvårar analysen ytterligare. Exempelvis jämför Hagner (1983) produktion för contortatall, tall och gran med olika omloppstider för respektive trädslag. För banksianatall finns inga äldre kända försök i Sverige vilket innebär att jämförelser av detta slag inte är möjliga i dagsläget. Detta gör att man bara kan spekulera i hur banksianatallen kommer producera gentemot tall och contortatall över en omloppstid och för att finna svaret krävs mer tid.

En möjlighet, som jag ser det, är att testa banksianatallen på relativt magra marker i inlandet där contortatallen är olämplig på grund av sin eventuella påverkan på rennäringen (Andersson m.fl. 1999) och tallen är svårföryngrad av betes- och svampskadeorsaker liknande de i försök 538. O'Brien m.fl. (2006) och Schaefer (1996) har visat att medelålders bestånd av banksianatall är föredragande hos vildren (*Rangifer tarandus caribou* Gmelin) i Kanada vintertid. Om detta är applicerbart på Svensk rennäring skulle detta kunna innebära förbättringar för skogsbruket och kanske även för rennäringen.

För att banksianatallen ska ha någon framtid i Sverige anser jag att det måste finnas något alternativt användningsområde än det som contortatallen har då dennes virkesproduktion ser ut att vara överlägsen banksianatallens och införandet av ytterligare ett främmande trädslag innebär en ekologisk risk.

Framtida forskning

De befintliga försöken (537-541) har börjat bli slutna då de planterades med relativt små förband och skulle därför behöva gallras för att minska konkurrensen. I dagsläget bedömer jag att contortatallen kommer påverka banksianatallens framtida utveckling avsevärt om försöken får stå utan åtgärd. Jag anser att ett eventuellt gallringsuttag bör koncentreras till contortatallen i möjligaste mån för att bevara banksianatallen som försöksart.

För att ytterligare kartlägga banksianatallens produktionsmöjligheter i Sverige skulle jag föreslå att försök med sådd banksianatall bredvid contortatall och tall i egna parceller i

Norrland som etableras med material med större latitudinell spridning än i denna försöksserie för att finna det optimala materialet för Svenska förhållanden.

REFERENSER

- Andersson, B., Elfving, B., Ericsson, T., Persson, T. & Gregorsson, B. (2003). Performance of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. *Scandinavian journal of forest research*, Vol. 18 (3), ss. 199-206.
- Andersson, B., Engelmark, O., Rosvall, O., & Sjöberg, K. (1999) *Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbruk med contortatall i Sverige* [Elektronisk], Oskarshamn: Skogforsk (Redogörelse nr. 1, 1999). Tillgänglig: http://www.kunskapdirekt.se/PageFiles/68055/Redogorelse_1_1999_MKB_contorta.pdf [2015-03-08]
- Benzie, J.W. (1977). *Manager's handbook for jack pine in the North Central States* [Elektronisk]. St. Paul: United States Department of Agriculture Forest Service (General Technical Report NC-32) Tillgänglig: <http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=umn.31951d02977752w;view=1up;seq=8> [2014-11-13]
- Bergquist, T., Thuresson, T., Ekö, P.-M., Elving, B. & Johansson, U. (2005). *Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort* [Elektronisk]. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 2005:19) Tillgänglig: <http://shop.textalk.se/shop/9098/art7/4646107-d49e4f-1753-1.pdf> [2015-03-01]
- Brandel, G. (1990). *Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk*. Garpenberg: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Rapport 26.
- Bickerstaff, A. & Cayford, J.H. (1968). *Man-made forests in Canada* [Elektronisk]. Ottawa: Department of fisheries and forestry. (Forestry Branch Publication No. 1240) Tillgänglig: http://nofc.cfs.nrcan.gc.ca/bookstore_pdfs/24763.pdf [2014-11-08]
- Carmean, W.H. (1975). Forest Site Quality Evaluation in The United States. *Advances in Agronomy*, Vol. 27, ss. 209-269.
- Carmean, W.H. & Lenthall, D.J. (1989). Height-growth and site-index curves for jack pine in north central Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* [Elektronisk], vol. 19(2), ss 215-224. Tillgänglig: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x89-030#.VL-4qsZByJh>
- Cayford, J.H., Chrosiewicz, Z. & Sims, H.P. (1967). *A review of silvicultural research in jack pine* [Elektronisk]. Ottawa: Department of forestry and rural development. (Forestry Branch Departmental Publication No. 1173) Tillgänglig: <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications/download-pdf/24722> [2014-11-08]
- Cayford, J.H. & Mcrae, D. J. (1983). The ecological role of fire in jack pine forests. I: Maclean, D. A. & Wein, R. W. (red), *The role of fire in northern circumpolar ecosystems*. New York: John Wiley & Sons ltd. ss. 183-199.
- Chatterjee, S. & Hadi, A.S (2006). *Regression analysis by example*. 4. ed. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons Inc.

- Elfving, B. & Norgren, O. (1993). *Contortatallens produktion – Data från 1990-91 års inventering*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel (Arbetsrapporter 1993:71).
- Eriksson, H. (1973). *Volymfunktioner för stående träd av ask, asp, klibbal och contorta-tall*. Stockholm: Skogshögskolan, institutionen för skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser, nr 26.
- Eriksson, T. (2014). Skogsvård och miljöhänsyn. I: Christiansen, L. (red), *skogsstatistisk årsbok 2014, Swedish statistical yearbook of forestry*. Jönköping, ss. 113-147.
Tillgänglig: [http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk%20%C3%A5rsbok/02.%202014%20\(Kapitelvis%20%20Separated%20chapters\)/06%20Skogsv%C3%A5rd%20och%20milj%C3%B6h%C3%A4nsyn.pdf](http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk%20%C3%A5rsbok/02.%202014%20(Kapitelvis%20%20Separated%20chapters)/06%20Skogsv%C3%A5rd%20och%20milj%C3%B6h%C3%A4nsyn.pdf) [2015-03-01]
- Engelmark, O. (2011). *Contortatall i Sverige - ett storskaligt ekologiskt experiment*, Rön från Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, FAKTA SKOG [Elektronisk], nr. 9. Tillgänglig: http://www.slu.se/PageFiles/33707/2011/FaktaSkog_09_2011.pdf [2014-10-18].
- Engelmark, O., Sjöberg, K., Andersson, B., Rosvall, O., Ågren, G. I., Baker, W. L., Barklund, P., Björkman, C., Despain, D. G., Elfving, B., Ennos, R. A., Karlman, M., Knecht, M. F., Knight, D. H., Ledgard, N. J., Lindelöw, Å., Nilsson, C., Peterken, G. F., Sörlin, S. & Sykes, M. T. (2001). Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden. *Forest Ecology and Management* [Elektronisk], Vol. 141, ss. 3-13. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112700004989#> [2014-11-10]
- Godbout, J., Yeh, F.C. & Bousquet, J. (2012). Large-scale asymmetric introgression of cytoplasmic DNA reveals Holocene range displacement in a North American boreal pine complex. *Ecology and Evolution* [Elektronisk], vol. 2(8), ss.1853–1866.
Tillgänglig: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3433990/> [2015-01-20]
- Gundale, M.J., Kardol, P., Nilsson, M-C., Nilsson, U., Lucas, R.W. & Wardle, D.A. (2014). Interactions with soil biota shift from negative to positive when a tree species is moved outside its native range. *New Phytologist* [Elektronisk]. Vol. 202, ss. 415-421.
Tillgänglig: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.12699/abstract> [2014-12-08]
- Hagner, S. (1983). PINUS CONTORTA: SWEDEN's THIRD CONIFER. *Forest Ecology and Management* [Elektronisk], Vol. 6 (3). ss. 185-199. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112783800024> [2015-03-09]
- Hagner, S. (1990). The lodgepole pine in Sweden: Introduction of a tree into a new environment. The Leslie L. Schaffer lectureship in forest science, October 18, 1990, Vancouver, B.C., Canada.
- Hagner, S. (2005). *Skog i förändring – Vägen mot ett rationellt och hållbart skogsbruk i Norrland ca 1940- 1990*. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademin. Skogs- och Lantbrukshistoriska meddelanden nr 34. Supplement till Kungl. Skogs- och Lantbruksakademins Tidskrift. Sundsvall: Tryckeribolaget i Trärike.
- Hallsby, G. (2013). Plantering av barrträd. *Skogsskötselserien* nr 3 [Elektronisk]. Tillgänglig:

- <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/Plantering%20av%20barträd%20130130%20-%20för%20publicering.pdf> [2014-10-18].
- Heinselman, M.L. (1973). Fire in the Virgin Forests of the Boundary Waters Canoe Area Minnesota. *Quaternary Research* [Elektronisk], Vol. 3 (3), ss. 329-382. Tillgänglig: http://www.forestry.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@forestry/documents/as/set/cfans_asset_293905.pdf [2014-11-08]
- Hägglund, B. & Lundmark, J.E. (2007). *Handledning i bonitering med skogshögskolans boniteringssystem- Del 2 diagram och tabeller*. 5:e upplagan. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Jameson, J.S. (1956). *Planting of conifers in the Spruce Woods Forest Reserve, Manitoba, 1904-1929* [Elektronisk]. Ottawa: Government of Canada, Department of Northern Affairs and National Resources, Forestry Branch (Forest Research Division Technical Note No. 28) Tillgänglig: <http://www.cfs.nrcan.gc.ca/publications/?id=30501> [2014-11-16]
- Kaitera, J. & Nuorteva, H. (2008). Inoculations of eight *Pinus* species with *Cronartium* and *Peridermium* stem rusts. [Elektronisk]. *Forest Ecology and Management*. Vol. 255, ss.973–981. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112707007864#> [2015-03-06]
- Karlman, M. (1981). Introduktion av främmande trädslag med särskild hänsyn till *Pinus contorta* i norra Sverige: en litteraturöversikt. *Studia Forestalia Suecica* [Elektronisk], Vol. 151. Tillgänglig: <http://www-umea.slu.se/bibum/studia/index.cfm?volid=158> [2014-10-18]
- Karlman, M., Lundh, J & Martinsson, O. (1982). Instruktion för bestämning av våra vanligaste skador i föryngringar och försöksplanteringar av tall, contortatall och gran. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift*, vol. 80:3, s. 23.
- Karlman, M. (1986). Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens [Elektronisk]. *Studia forestalia Suecica*. Vol. 176, 42 s. Tillgänglig: <http://www-umea.slu.se/bibum/studia/index.cfm?volid=176> [2015-03-06]
- Kempe, G. (2013). Skog och skogsmark. I: Christiansen, L. (red), *skogsstatistisk årsbok 2013, Swedish statistical yearbook of forestry*. Jönköping, ss. 37-66
- Kenkel, N.C., Hendrie, M.L. & Bella, I.E. (1997). A long-term study of *Pinus banksiana* population dynamics. *Journal of Vegetation Science* [Elektronisk], Vol. 8, ss. 241-254. Tillgänglig: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/3237353/abstract> [2014-11-08]
- Kroon, J. & Rosvall, O. (2004). *Optimal produktion vid nordförflyttning av gran i norra Sverige*. Uppsala: Skogforsk (Redogörelse nr. 5, 2004).
- Kroon, J. & Rosvall, O. (2006). *Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige* [Elektronisk]. Uppsala: Skogforsk (Redogörelse nr. 1, 2006). Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/contentassets/247fdc093bbc4754bd0e507909f5b5b8/redogorelse-1-2006-low.pdf> [2015-01-24]

- Larsen, J.A. (1980). *The boreal ecosystem*. New York: Academic Press Inc.
- Little, E.L. Jr. (1971). Atlas of United States trees. Volume 1. Conifers and important hardwoods. Miscellaneous Publication, vol. 1146. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest service. s 230.
- Longpré, M.-H., Bergeron, Y., Paré, D. & Béland, M. (1994). Effect of companion species on the growth of jack pine (*Pinus banksiana*). *Canadian Journal of Forest Research* [Elektronisk], Vol. 24 (9), ss. 1846-1853. Tillgänglig: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x94-238-.VKp-OcZByJg> [2015-01-05]
- Magnussen, S. & Yeatman, C.W. (1987). Early testing of jack pine. I. Phenotypic response to spacing. *Canadian Journal of Forest Research* [Elektronisk], vol. 17, ss. 453-459. Tillgänglig: <http://www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/17/6> [2015-01-20]
- Martinsson, O. & Winsa, H. (1986). *Främmande trädslag i svenskt skogsbruk – Utredning rörande möjligheterna att höja skogsbrukets produktion med hjälp av införda trädslag*. Umeå: SLU, Skogsvetenskapliga fakulteten. Rapport 3.
- Morén, A.-S. & Perttu, K. (1994). *Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land* [Elektronisk]. Uppsala: Skogsvetenskapliga fakulteten, Sveriges lantbruksuniversitet. (Studia forestalia Suecica nr. 194) Tillgänglig: <http://pub.epsilon.slu.se/3910/1/SFS194.pdf> [2014-11-04].
- Morgenstern, E. K. (1996). *Geographic variation in forest trees : genetic basis and application of knowledge in silviculture*. Vancouver: UBC Press.
- Morris, K.d.R. (2010). *Comparison of growth, basal area and survival rates in ten exotic and native species in Northern Sweden* [Elektronisk]. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel. (Examensarbeten 2010:19) Tillgänglig: [http://dc03vg0044eu.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tab=detailsTab&ct=display&fn=search&doc=SLUB_ALEPH000507165&indx=1&recIds=SLUB_ALEPH000507165&recIdxs=0&elementId=0&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=&dscnt=0&tab=default_tab&dstmp=1416214010097&v1\(freeText0\)=Kevin%20del%20Rey%20Morris&vid=SLUB_V1&mode=Basic](http://dc03vg0044eu.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/display.do?tab=detailsTab&ct=display&fn=search&doc=SLUB_ALEPH000507165&indx=1&recIds=SLUB_ALEPH000507165&recIdxs=0&elementId=0&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=&dscnt=0&tab=default_tab&dstmp=1416214010097&v1(freeText0)=Kevin%20del%20Rey%20Morris&vid=SLUB_V1&mode=Basic) [2014-11-16]
- Monserud, R.A., Moody, U. & Breuer D.W. (1990). A soil-site study for inland Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research* [Elektronisk], Vol. 20 (6), ss. 686-695. Tillgänglig: <http://www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/20/6> [2015-01-05]
- Niemelä, P. och Danell, K. (1988). Comparison of moose browsing on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and lodgepole pine (*P. contorta*). *Journal of Applied Ecology* [Elektronisk], Vol 25, ss 761–775. Tillgänglig: http://www.jstor.org/stable/2403744?seq=1#page_scan_tab_contents [2015-03-06]
- O'Brien, D., Manseau, M., Fall, A. & Fortin, M.-J. (2006). Testing the importance of spatial configuration of winter habitat for woodland caribou: An application of graph theory. *Biological conservation* [Elektronisk], Vol 130 (1), ss 70-83. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320705005458> [2015-03-08]

- Pretzch, H. (2009). *Forest dynamics, growth and yield – from measurement to model*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Rosvall, O. (1994) *Contortatallens stabilitet och motståndskraft mot vind och snö*. [Elektronisk]. Oskarshamn: Skogforsk (Redogörelse nr. 2, 1994). Tillgänglig: http://www.kunskapdirekt.se/PageFiles/68055/Redogorelse_2_1994_contorta.pdf [2015-03-05]
- Righter, F.I. & Stockwell, P. (1949). THE FERTILE SPECIES HYBRID, PINUS MURRAYBANKSIANA. *Madroño* [Elektronisk], vol. 10, ss. 65-69. Tillgänglig: <http://www.jstor.org/stable/i40069298> [2015-01-20]
- Rudolf, P.O. (1965). Jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.). I: Fowells, H. A. (red), *Silvics of forest trees of the United States – Agriculture handbook no. 271*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, ss. 338-354.
- Rudolph, T.D. (1985). *Jack pine*. [Elektronisk]. Rhinelander: United States Department of Agriculture Forest Service (FS 252) Tillgänglig: <http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/32192> [2014-11-15]
- Schoenike, R.E., Rudolph, T.D. & Schantz-Hansen, T. (1959). Cone characteristics in a jack pine source plantation. *Scientific Journal Paper Series of the Minnesota Agricultural Experiment Station* [Elektronisk], No. 4072. Tillgänglig: <http://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/57216/1959-076.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [2014-11-08]
- Schaefer, J. (1996). Canopy, snow, and lichens on woodland caribou range in southeastern Manitoba. *Rangifer* [Elektronisk], Vol. 16 (9), ss. 239-244. Tillgänglig: <http://septentrio.uit.no/index.php/rangifer/article/view/1249> [2015-03-08]
- SMHI (2014-04-23). *Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990*. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalvar-den-1.7354> [2014-11-04]
- United States Department of Agriculture. (1996). *North Dakota tree handbook* [fotografi]. Tillgänglig: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_banksiana_tree.jpg?uselang=sv [2014-11-15]
- Westin, J. & Kroon, J (2011). *Nya barrträdslag i kärva klimatlägen* [Elektronisk]. Uppsala: Skogforsk (Resultat nr 13, 2011). Tillgänglig: http://www.skogforsk.se/contentassets/4363e24940ff4d779838694b473cba04/resultat_nr13_2011_low.pdf [2015-03-01]
- Zoladeski, C.A. & Maycock, P.F. (1990). Dynamics of the boreal forest in northwestern Ontario. *American Midland Naturalist* [Elektronisk], Vol. 124 (2), ss. 289-300. Tillgänglig: <http://www.jstor.org/stable/2426178> [2014-11-07]

Ångström, A. (1974). *Sveriges klimat*. Stockholm: Generalstabens litografiska anstalts förlag.

Icke publicerat material

Hajek, J. (1997). *Beskrivning av skadeinventering hösten 1997 i banksianaförsöket f538 Gädträsk*. Skogforsk, Umeå.

BILAGOR

Bilaga 1

Exempel på utformning av försök

Skogfösk

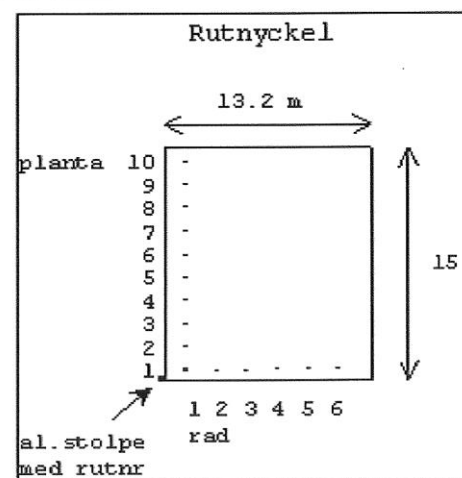
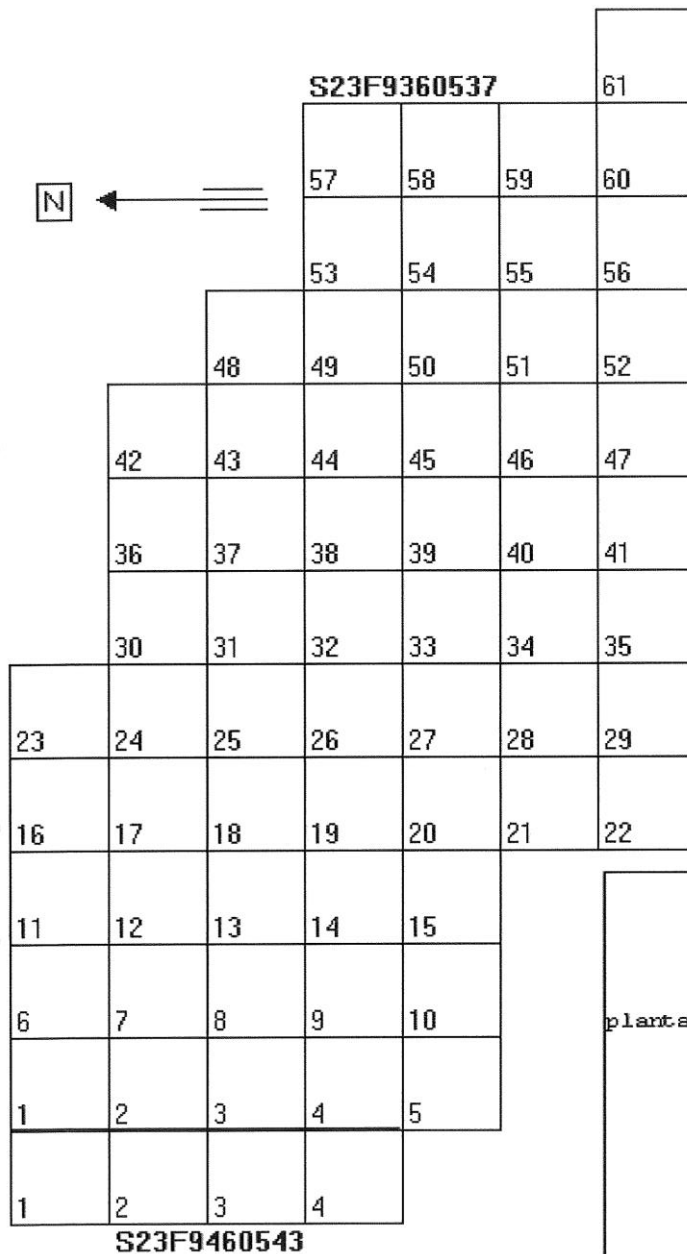
Sävar

Frsknr: S23F9460537

Lokal: Kettisträsk

lat 66°17' , alt 275 m

Syfte: Fam. test Bank



Bilaga 2

Total sammanställning av försökslokalernas alla attribut

Attribut \ Namn	Kettisträsk-537	Gäddträsk-538	Sävar- 539	Siljansfors-540	Laduberget-541
Latitud (°Nord)	66,273	64,385	63,943	60,883	61,616
Longitud (°Öst)	20,647	18,740	20,560	14,401	14,676
Altitud (m ö. h.)	275	380	35	255	515
Årsmedeltemperatur (°C) ¹	0,2	0,6	2,7	3,6	2,6
Medeltemperatur januari (°C) ¹	-15,3	-13	-9,1	-8,1	-7,9
Medeltemperatur juli (°C) ¹	15,4	14,2	15,2	15,3	13,9
Genomsnittlig årsnederbörd (mm) ¹	471	443	650	591	699
Klimatstation ¹	17067 Harads	14833 Lycksele A	14048 Umeå Flygplats	11401 Mora	11440 Hamra
Lokalklimat ²	Lokalkontinentalt	Lokalkontinentalt	Lokalmaritimt	Lokalkontinentalt	Lokalkontinentalt
Temperatursumma ³ (dygnsgrader)	700	720	1020	1060	790
Ståndortsindex ⁴	T18	T21	T22	T23	T21
Vegetationstyp	Lingon med blåbär	Blåbär	Blåbär	Blåbär	Blåbär
Markfuktighetsklass	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk	Frisk
Rörligt markvatten	Saknas	Längre perioder	Saknas	Saknas	Längre perioder
Jordmån	Podsol	Podsol	Podsol	Podsol	Podsol
Jordart	Morän	Morän	Morän	Morän	Morän
Textur	Sandig-moig	Sandig-moig	Sandig-moig	Sandig-moig	Sandig-moig
Jorddjup	Mäktigt	Mäktigt	Mäktigt	Mäktigt	Mäktigt
Lutning (%)	5	10	0	<5	5-15
Exponering	Väst	Sydväst	-	Nordväst	Väst

¹ Enligt SMHI (2014)

² Enligt Ångström (1974)

³ Beräknade med modeller enligt Morén & Perttu (1994)

⁴ Bonitering med ståndortsfaktorer enligt Hägglund & Lundmark (2007)

Bilaga 3

Materialiets ursprung

Trädslag	Bestånds- nummer	Lokalens namn	Latitud	Longitud	Altitud	Temperatur- summa	Sortnummer
Banksiana- tall	62	Watt Mountain, Alberta	58,72	117,36	370	1174	1912- 1931
Banksiana- tall	61	Rainbow Lake, Alberta	58,35	119,56	500	1153	1932- 1951
Banksiana- tall	57	Fort Smith, Northwest Territories	60,05	112,88	250	1049	1952- 1971
Banksiana- tall	56	Pine Point, Northwest Territories	60,92	114,23	230	969	1972- 1991
Banksiana- tall	63	Enterprice, Northwest Territories	60,25	116,58	285	1062	1992- 2011
Banksiana- tall	53	Pine View, Northwest Territories	61,08	117,36	200	1064	2012- 2031
Banksiana- tall	55	Tibbit Lake, Northwest Territories	62,67	113,91	250	857	2032- 2051
Banksiana- tall	64	Frank Channel, Northwest Territories	62,70	115,50	200	955	2052- 2071
Banksiana- tall	54	Birch Lake, Northwest Territories	62,63	116,31	250	942	2072- 2091
Banksiana- tall	65	Checkpoint, Northwest Territories	61,30	120,71	210	1171	2092- 2111
Banksiana- tall	52	Fort Simpson ,Northwest Territories	61,92	121,58	170	1167	2112- 2131, 2153
Banksiana- tall	58	Blackwater River, Northwest Territories	63,97	124,16	170	984	2132- 2152
Contorta- tall	81	Bennett Lake, Yukon	60,10	134,70	1180	386	1829- 1848
Contorta- tall	82	Yukon Border, Yukon	60,05	133,78	830	759	1849- 1870
Contorta- tall	83	Carcross, Yukon	60,13	134,68	800	673	1871- 1891
Contorta- tall	84	Warm Bay, British Columbia	59,33	133,50	800	664	1892- 1911
Contorta- tall	85	Fort Nelson, British Columbia	58,90	123,45	667	1019	2155
Contorta- tall	86	Warm Bay, British Columbia	59,36	133,58	686	773	2156
Contorta- tall	87	Rabbit Creek, Yukon	60,48	123,43	275	1199	2157- 2169
Contorta- tall	88	Clark Lake, British Columbia	58,75	122,52	425	1183	2170- 2175
Contorta- tall	89	Fort Nelson River, British Columbia	59,23	123,32	290	1250	2176- 2182
Contorta- tall	90	Million Dollar Dump, British Columbia	59,72	123,08	700	966	2183- 2199

Hybrider finns insamlade i bestånd 52, 87, 88, 89 samt 90.

Bilaga 4

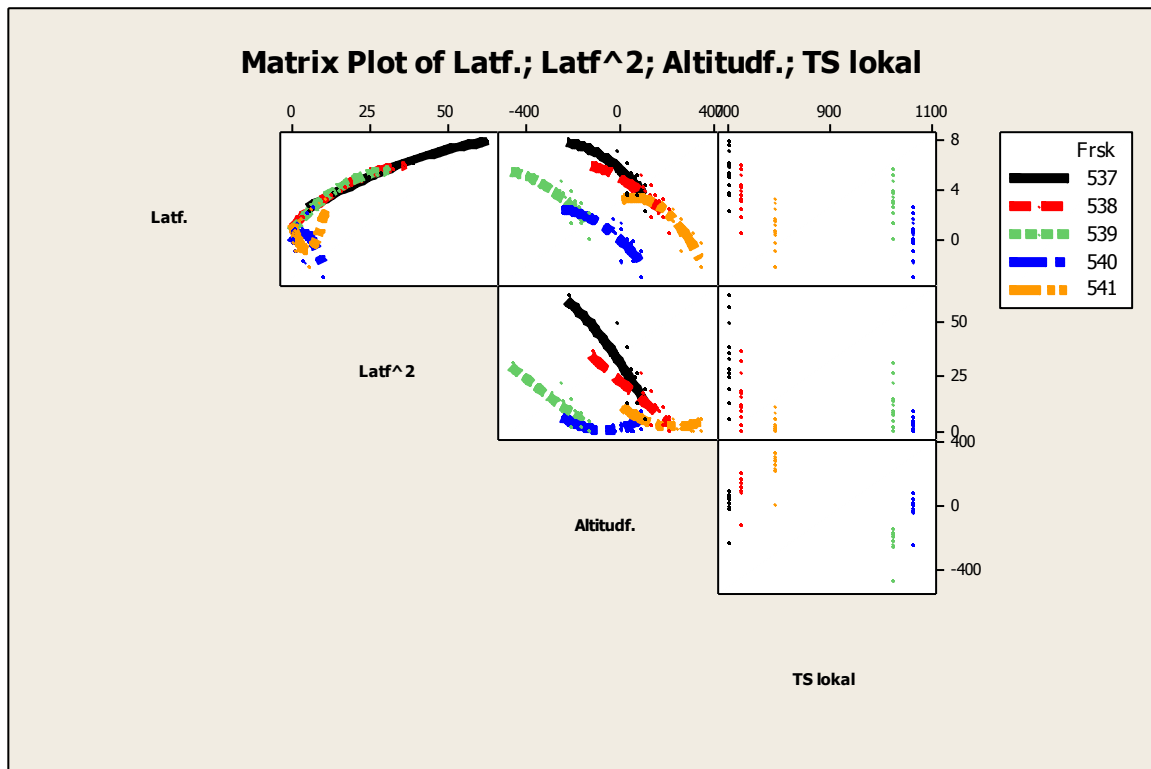
Instruktion för mätning av Nordiska serien 2014
Mätvariabler

Jokr Sävar 14-09-05
Redigerad: AdKI Umeå 14-11-05

V14	Vitalitet	3=Vitalt träd eller obetydlig nedsättning av vitaliteten 2=Betydande nedsättning av vitaliteten. 1=Svår nedsättning av vitaliteten 0=Döda, döende eller saknade träd.	V14 registreras på alla positioner.
D1	Stammens diameter	Mäts i radriktningen, vid brösthöjd, 1.3 m från marken. Diametern mäts i mm. Om det finns ett grenvarv vid 1.3 m med markant kvistansvällning flyttas mätningen uppåt eller nedåt (max 20 cm) för att få ett opåverkat mått.	Dia1 registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.
D2	Stammens diameter	Mäts i radriktningen, vid brösthöjd, 1.3 m från marken. Diametern mäts i mm. Om det finns ett grenvarv vid 1.3 m med markant kvistansvällning flyttas mätningen uppåt eller nedåt (max 20 cm) för att få ett opåverkat mått.	Dia2 registreras vid ev. dubbelstam.
Grg	Grengrovlek	Grengrovlek i mm på en medelgren i grenvarvet närmast brösthöjd.	Grg registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.
H14	Trädhöjd	Anges i dm. Höjd från mark till och med toppknopp.	H14 registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.
Sp	Sprötantal	Antal grenvarv med sprötkvist eller dubbelstam. Reservera 9 för buskar.	Sp registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.
Grv	Grenvinkel	Bedöms i klasserna 1 (sämsta tänkbara) till 9 (bästa tänkbara) efter utseendet i hela kronan. 7= bättre (rätare) än omkringstående träd. 5 (blank)= lika som omkringstående träd. 3= Sämre (spetsigare) än omkringstående träd.	Grv registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.
Lut	Lutning	1=bandyklubba/planteringskrok, 2=lutande och krökt träd som med stor risk inte kommer att räta på sig, detta är ett första steg mot ett stambrott (=3), eller ett kraftigt lutande träd med tendens till framtida rotvälta (=4), 5=liggande.	LUT registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.
S1,S2	Skada	Skadekod och skadegrad enl. Karlman m.fl. SST 3/82. Därutöver anges koderna: 52 - älg, rådjur. 82 - träd med kraftigt störd höjduitveckling. Exempel på kod 82 är träd med upprepade kraftiga älgbetningar eller stambrott. Observera att både skadekoden (t.ex. 523) och kod 82 skall registreras på dessa träd. 83 - träd med kraftigt störd diameter. Högst två skador per träd kan anges. De skador som är vanligast i försöket sätts som trumf (skall alltid registreras om de förekommer) och dokumenteras i Allegrons anteckningsfält. Skador utan betydelse, t.ex. snöskytte på de nedersta grenarna i äldre försök, registreras normalt inte.	Sk registreras på alla träd med V14=1, 2 och 3.

Bilaga 5

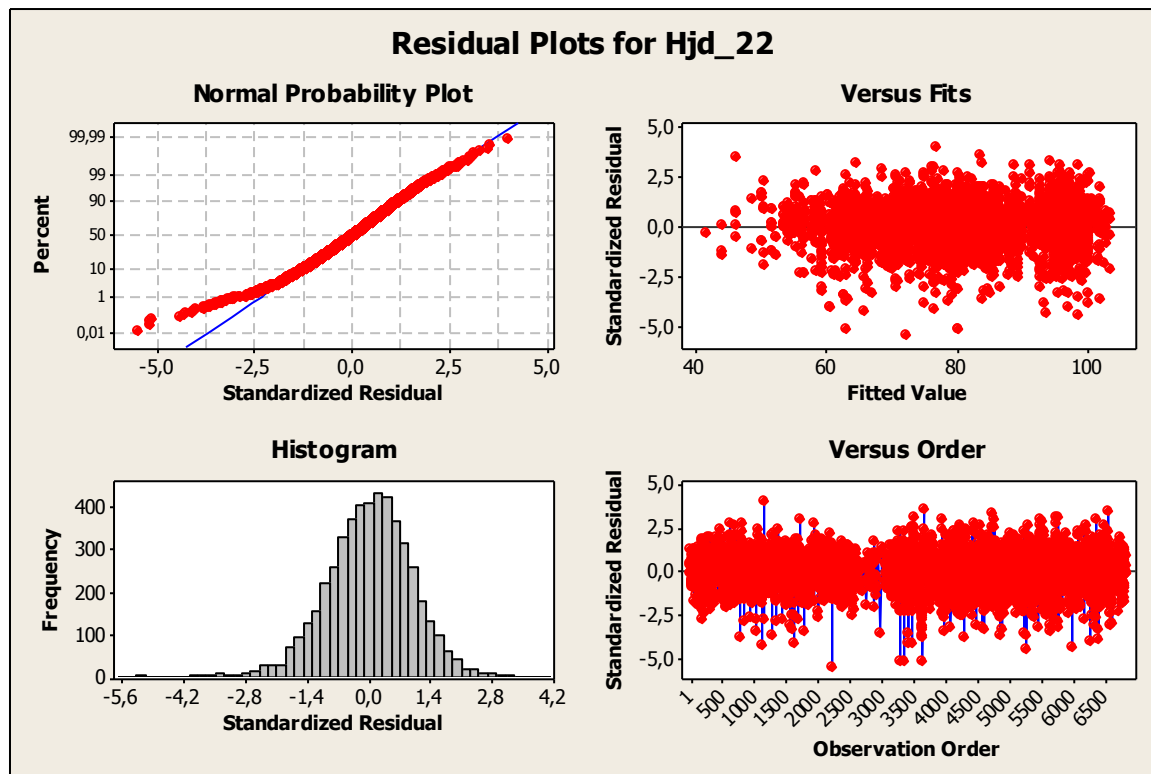
Exempel på korrelationstester för att undvika multikollinearitet mellan förklarande variabler.



Latf.=Latitudförflyttning, Latf^2= Latitudförflyttning^2, Altitudf.=Altitudförflyttning, TS lokal.=Temperatursumma försökslokal.

Bilaga 6

Exempel på beskrivning av normalfördelning, spridning av varians, residualer och skevhet



Bilaga 7

Regressionsfunktioner för höjd för banksianatall

Generell modell

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
TS lokal	1	148401	150682	150682	1471,76	0,000
Latf.	1	37251	26318	26318	257,06	0,000
Latf^2	1	1218	1218	1218	11,90	0,001
Error	2459	251758	251758	102		
Total	2462	438628				

S = 10,1184 R-Sq = 42,60% R-Sq(adj) = 42,53%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	7,479	1,911	3,91	0,000
TS lokal	0,072304	0,001885	38,36	0,000
Latf.	2,5729	0,1605	16,03	0,000
Latf^2	-0,08121	0,02354	-3,45	0,001

Modell för försök 537

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.^2	1	11558	11558	11558	153,75	0,000
Error	1059	79608	79608	75		
Total	1060	91165				

S = 8,67020 R-Sq = 12,68% R-Sq(adj) = 12,60%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	63,3538	0,5168	122,58	0,000
Latf.^2	0,19347	0,01560	12,40	0,000

Modell för försök 538

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.^2	1	2897,9	2897,9	2897,9	68,41	0,000
Error	144	6100,0	6100,0	42,4		
Total	145	8997,9				

S = 6,50855 R-Sq = 32,21% R-Sq(adj) = 31,74%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	63,9570	0,7878	81,18	0,000
Latf.^2	0,43445	0,05253	8,27	0,000

Modell för försök 539

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.^2	1	2082,6	2082,6	2082,6	29,58	0,000
Error	149	10491,2	10491,2	70,4		
Total	150	12573,9				

S = 8,39113 R-Sq = 16,56% R-Sq(adj) = 16,00%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	71,1153	0,9997	71,14	0,000
Latf.^2	0,38910	0,07154	5,44	0,000

Modell för försök 540

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.^2	1	1106	1970	1970	19,53	0,000
Latf.	1	55635	55635	55635	551,53	0,000
Error	1268	127908	127908	101		
Total	1270	184649				

S = 10,0436 R-Sq = 30,73% R-Sq(adj) = 30,62%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	84,5306	0,3726	226,85	0,000
Latf.^2	0,42883	0,09703	4,42	0,000
Latf.	4,1768	0,1779	23,48	0,000

Modell för försök 541

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	269,71	269,71	269,71	3,50	0,067
Error	48	3698,21	3698,21	77,05		
Total	49	3967,92				

S = 8,77759 R-Sq = 6,80% R-Sq(adj) = 4,86%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	66,389	1,289	51,50	0,000
Latf.	1,5115	0,8079	1,87	0,067

Bilaga 8

Regressionsfunktioner för höjd för contortatall

Generell modell

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
TS lokal	1	95180	101339	101339	773,27	0,000
Altitudf.	1	6827	6827	6827	52,09	0,000
Error	1270	166437	166437	131		
Total	1272	268444				

S = 11,4478 R-Sq = 38,00% R-Sq(adj) = 37,90%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	44,620	1,736	25,70	0,000
TS lokal	0,053282	0,001916	27,81	0,000
Altitudf.	0,010944	0,001516	7,22	0,000

Modell för försök 537

General Linear Model: Hjd_22 versus Block

Factor	Type	Levels	Values
Block	fixed	4	1; 2; 3; 4

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	7618,8	7036,3	2345,4	22,23	0,000
Altitudförflyttning	1	1183,7	1610,5	1610,5	15,26	0,000
Latf.	1	509,4	509,4	509,4	4,83	0,028
Error	600	63312,1	63312,1	105,5		
Total	605	72624,1				

S = 10,2723 R-Sq = 12,82% R-Sq(adj) = 12,10%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	93,290	5,998	15,55	0,000
Altitudförfl	0,009692	0,002481	3,91	0,000
Latf.	-1,8585	0,8458	-2,20	0,028

Modell för försök 538

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	374,4	374,4	374,4	2,64	0,108
Error	92	13047,3	13047,3	141,8		
Total	93	13421,7				

S = 11,9088 R-Sq = 2,79% R-Sq(adj) = 1,73%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	83,349	3,306	25,21	0,000
Latf.	-1,2576	0,7740	-1,62	0,108

Modell för försök 539

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Altitudförflyttning	1	435,4	435,4	435,4	4,25	0,041
Error	118	12078,3	12078,3	102,4		
Total	119	12513,7				

S = 10,1173 R-Sq = 3,48% R-Sq(adj) = 2,66%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	92,602	3,542	26,15	0,000
Altitudförfl	0,009721	0,004713	2,06	0,041

Modell för försök 540

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Altitudförflyttning	1	1777,4	1777,4	1777,4	11,57	0,001
Error	556	85377,3	85377,3	153,6		
Total	557	87154,7				

S = 12,3918 R-Sq = 2,04% R-Sq(adj) = 1,86%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	102,365	1,703	60,09	0,000
Altitudförfl	0,010191	0,002996	3,40	0,001

Modell för försök 541

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	998,50	631,19	631,19	9,49	0,003
Latf^2	1	497,17	497,17	497,17	7,47	0,008
Error	85	5653,92	5653,92	66,52		
Total	87	7149,59				

S = 8,15578 R-Sq = 20,92% R-Sq(adj) = 19,06%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21,97	17,85	1,23	0,222
Latf.	54,26	17,61	3,08	0,003
Latf^2	-11,258	4,118	-2,73	0,008

Bilaga 9

Regressionsfunktioner för höjd för tall

Generell modell

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
TS lokal	1	31359	45213	45213	219,59	0,000
Latf.	1	17696	17696	17696	85,95	0,000
Error	477	98211	98211	206		
Total	479	147266				

S = 14,3490 R-Sq = 33,31% R-Sq(adj) = 33,03%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	11,083	3,932	2,82	0,005
TS lokal	0,066112	0,004461	14,82	0,000
Latf.	2,4559	0,2649	9,27	0,000

Modell för försök 537

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	592,94	592,94	592,94	5,99	0,016
Error	87	8608,07	8608,07	98,94		
Total	88	9201,01				

S = 9,94703 R-Sq = 6,44% R-Sq(adj) = 5,37%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	61,224	1,156	52,97	0,000
Latf.	1,2475	0,5096	2,45	0,016

Modell för försök 538

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	313,98	313,98	313,98	3,21	0,077
Error	82	8013,25	8013,25	97,72		
Total	83	8327,24				

S = 9,88548 R-Sq = 3,77% R-Sq(adj) = 2,60%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	56,353	1,397	40,34	0,000
Latf.	1,0605	0,5917	1,79	0,077

Modell för försök 539

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	11763,4	6757,2	6757,2	34,76	0,000
Latf^2	1	843,9	843,9	843,9	4,34	0,039
Error	144	27996,2	27996,2	194,4		
Total	146	40603,4				

S = 13,9434 R-Sq = 31,05% R-Sq(adj) = 30,09%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	74,823	1,860	40,24	0,000
Latf.	3,3607	0,5701	5,90	0,000
Latf^2	-0,5079	0,2438	-2,08	0,039

Modell för försök 540

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	16016	16016	16016	103,25	0,000
Error	117	18149	18149	155		
Total	118	34165				

S = 12,4546 R-Sq = 46,88% R-Sq(adj) = 46,42%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	100,452	2,164	46,42	0,000
Latf.	5,1699	0,5088	10,16	0,000

Modell för försök 541

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor Type Levels Values

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	1057,2	1057,2	1057,2	6,37	0,015
Error	44	7302,5	7302,5	166,0		
Total	45	8359,7				

S = 12,8828 R-Sq = 12,65% R-Sq(adj) = 10,66%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	62,077	3,692	16,81	0,000
Latf.	2,566	1,017	2,52	0,015

Bilaga 10

Regressionsfunktioner för höjd för hybrid

Generell modell

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Altitudf.	1	7761	4053	4053	43,26	0,000
TS lokal	1	12599	12599	12599	134,47	0,000
Error	218	20425	20425	94		
Total	220	40785				

S = 9,67956 R-Sq = 49,92% R-Sq(adj) = 49,46%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	41,069	3,559	11,54	0,000
Altitudf.	-0,020892	0,003177	-6,58	0,000
TS lokal	0,045825	0,003952	11,60	0,000

Modell för försök 537

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Altitudförflyttning	1	501,59	501,59	501,59	6,22	0,015
Error	70	5645,91	5645,91	80,66		
Total	71	6147,50				

S = 8,98086 R-Sq = 8,16% R-Sq(adj) = 6,85%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	73,611	1,181	62,34	0,000
Altitudförfl	-0,012646	0,005071	-2,49	0,015

Modell för försök 538

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Altitudförflyttning	1	408,97	408,97	408,97	14,76	0,001
Error	20	554,31	554,31	27,72		
Total	21	963,27				

S = 5,26453 R-Sq = 42,46% R-Sq(adj) = 39,58%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	76,961	1,141	67,47	0,000
Altitudförfl	-0,025590	0,006662	-3,84	0,001

Modell för försök 539

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	712,19	537,96	537,96	6,32	0,022
Latf.^2	1	730,10	730,10	730,10	8,57	0,009
Error	17	1447,46	1447,46	85,14		
Total	19	2889,75				

S = 9,22738 R-Sq = 49,91% R-Sq(adj) = 44,02%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	134,13	24,00	5,59	0,000
Latf.	-35,65	14,18	-2,51	0,022
Latf.^2	5,742	1,961	2,93	0,009

Modell för försök 540

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.^2	1	2620,7	1581,6	1581,6	17,71	0,000
Altitudförflyttning	1	2852,3	2852,3	2852,3	31,93	0,000
Error	104	9289,2	9289,2	89,3		
Total	106	14762,2				

S = 9,45089 R-Sq = 37,07% R-Sq(adj) = 35,86%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	85,312	1,401	60,89	0,000
Latf.^2	3,1553	0,7498	4,21	0,000
Altitudförfl	-0,027018	0,004781	-5,65	0,000

Modell för försök 541

General Linear Model: Hjd_22 versus

Factor	Type	Levels	Values
--------	------	--------	--------

Analysis of Variance for Hjd_22, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Latf.	1	187,37	187,37	187,37	2,00	0,172
Error	20	1870,50	1870,50	93,52		
Total	21	2057,86				

S = 9,67083 R-Sq = 9,10% R-Sq(adj) = 4,56%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	65,915	6,224	10,59	0,000
Latf.	4,411	3,116	1,42	0,172

Bilaga 11

Regressionsfunktioner för sannolikhet för överlevnad för banksianatall

Generell modell

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; Latf^2; TS lokal

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Vitbin	1	3481 (Event)
	0	1632
Total		5113

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	-1,76855	0,287629	-6,15	0,000			
Latf.	0,243043	0,0243268	9,99	0,000	1,28	1,22	1,34
Latf^2	-0,0245390	0,0032941	-7,45	0,000	0,98	0,97	0,98
TS lokal	0,0026541	0,0002942	9,02	0,000	1,00	1,00	1,00

Log-Likelihood = -3137,612

Test that all slopes are zero: G = 128,857, DF = 3, P-Value = 0,000

Modell för försök 537

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; Latf^2; Block

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Vitbin	1	1428 (Event)
	0	659
Total		2087

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	0,542149	0,427981	1,27	0,205			
Latf.	0,229731	0,169197	1,36	0,175	1,26	0,90	1,75
Latf^2	-0,0292712	0,0158979	-1,84	0,066	0,97	0,94	1,00
Block							
2	-0,125734	0,137334	-0,92	0,360	0,88	0,67	1,15
3	0,0291858	0,134805	0,22	0,829	1,03	0,79	1,34
4	-0,257728	0,127733	-2,02	0,044	0,77	0,60	0,99

Log-Likelihood = -1292,994

Test that all slopes are zero: G = 17,067, DF = 5, P-Value = 0,004

Modell för försök 538

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; Latf^2

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Vitbin	1	232 (Event)
	0	250
Total		482

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	-0,753419	0,346665	-2,17	0,030			
Latf.	0,583877	0,229747	2,54	0,011	1,79	1,14	2,81
Latf^2	-0,0931829	0,0337200	-2,76	0,006	0,91	0,85	0,97

Log-Likelihood = -329,705

Test that all slopes are zero: G = 8,111, DF = 2, P-Value = 0,017

Modell för försök 539

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Vitbin	1	193 (Event)
	0	41
Total		234

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,69134	0,343542	4,92	0,000			
Latf.	-0,0512712	0,105525	-0,49	0,627	0,95	0,77	1,17

Log-Likelihood = -108,472

Test that all slopes are zero: G = 0,236, DF = 1, P-Value = 0,627

Modell för försök 540

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; Block

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Vitbin	1	1569 (Event)
	0	646
Total		2215

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,11224	0,0958236	11,61	0,000			
Latf.	0,258794	0,0303476	8,53	0,000	1,30	1,22	1,37
Block							
8	-0,133123	0,132111	-1,01	0,314	0,88	0,68	1,13
9	-0,321382	0,146901	-2,19	0,029	0,73	0,54	0,97
10	-0,144922	0,128479	-1,13	0,259	0,87	0,67	1,11

Log-Likelihood = -1296,708

Test that all slopes are zero: G = 80,624, DF = 4, P-Value = 0,000

Modell för försök 541

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Vitbin	1	59 (Event)
	0	36
Total		95

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	0,486720	0,212672	2,29	0,022			
Latf.	0,134386	0,131949	1,02	0,308	1,14	0,88	1,48

Log-Likelihood = -62,515

Test that all slopes are zero: G = 1,044, DF = 1, P-Value = 0,307

Bilaga 12

Regressionsfunktioner för sannolikhet för överlevnad för contortatall

Generell modell

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; TS lokal

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	1896	(Event)
	0	453	
Total		2349	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	3,64492	1,00482	3,63	0,000			
Latf.	-0,551047	0,204513	-2,69	0,007	0,58	0,39	0,86
TS lokal	-0,0023601	0,0009762	-2,42	0,016	1,00	1,00	1,00
Latf.*TS lokal	0,0006624	0,0002376	2,79	0,005	1,00	1,00	1,00

Log-Likelihood = -1146,743

Test that all slopes are zero: G = 10,067, DF = 3, P-Value = 0,018

Modell för försök 537

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; Block

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	686	(Event)
	0	146	
Total		832	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	4,70941	1,34297	3,51	0,000			
Latf.	-0,445797	0,203736	-2,19	0,029	0,64	0,43	0,95
Block							
2	-0,0897857	0,295402	-0,30	0,761	0,91	0,51	1,63
3	0,0244353	0,283091	0,09	0,931	1,02	0,59	1,78
4	-0,797383	0,238392	-3,34	0,001	0,45	0,28	0,72

Log-Likelihood = -375,051

Test that all slopes are zero: G = 22,778, DF = 4, P-Value = 0,000

Modell för försök 538

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	248	(Event)
	0	76	
Total		324	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,69577	0,593397	2,86	0,004			
Latf.	-0,114082	0,127598	-0,89	0,371	0,89	0,69	1,15

Log-Likelihood = -176,070

Test that all slopes are zero: G = 0,850, DF = 1, P-Value = 0,356

Modell för försök 539

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Altitudf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	139	(Event)
	0	19	
Total		158	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	0,378020	0,872131	0,43	0,665			
Altitudf.	-0,0023540	0,0012825	-1,84	0,066	1,00	1,00	1,00

Log-Likelihood = -56,287

Test that all slopes are zero: G = 3,534, DF = 1, P-Value = 0,060

Modell för försök 540

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	714	(Event)
	0	202	
Total		916	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,15276	0,152310	7,57	0,000			
Latf.	0,109613	0,130801	0,84	0,402	1,12	0,86	1,44

Log-Likelihood = -482,913

Test that all slopes are zero: G = 0,682, DF = 1, P-Value = 0,409

Modell för försök 541

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	109	(Event)
	0	10	
Total		119	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	0,489815	1,35925	0,36	0,719			
Latf.	0,987786	0,723052	1,37	0,172	2,69	0,65	11,08

Log-Likelihood = -33,276

Test that all slopes are zero: G = 2,114, DF = 1, P-Value = 0,146

Bilaga 13

Regressionsfunktioner för sannolikhet för överlevnad för tall

Generell modell

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.; Latf^2; TS lokal

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	586	(Event)
	0	277	
Total		863	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	-2,53907	0,487542	-5,21	0,000			
Latf.	-0,0683810	0,0304701	-2,24	0,025	0,93	0,88	0,99
Latf^2	-0,0400265	0,0076135	-5,26	0,000	0,96	0,95	0,98
TS lokal	0,0043690	0,0006312	6,92	0,000	1,00	1,00	1,01

Log-Likelihood = -498,297

Test that all slopes are zero: G = 86,645, DF = 3, P-Value = 0,000

Modell för försök 537

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf^2

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	108	(Event)
	0	41	
Total		149	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,63904	0,267958	6,12	0,000			
Latf^2	-0,0738324	0,0183382	-4,03	0,000	0,93	0,90	0,96

Log-Likelihood = -79,061

Test that all slopes are zero: G = 17,202, DF = 1, P-Value = 0,000

Modell för försök 538

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	152	(Event)
	0	168	
Total		320	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	-0,231898	0,120869	-1,92	0,055			
Latf.	-0,191993	0,0515200	-3,73	0,000	0,83	0,75	0,91

Log-Likelihood = -214,078

Test that all slopes are zero: G = 14,658, DF = 1, P-Value = 0,000

Modell för försök 539

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	151	(Event)
	0	13	
Total		164	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	2,33584	0,298231	7,83	0,000			
Latf.	-0,304436	0,124600	-2,44	0,015	0,74	0,58	0,94

Log-Likelihood = -42,273

Test that all slopes are zero: G = 6,303, DF = 1, P-Value = 0,012

Modell för försök 540

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf^2

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	126	(Event)
	0	44	
Total		170	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,98764	0,337481	5,89	0,000			
Latf^2	-0,0391357	0,0107521	-3,64	0,000	0,96	0,94	0,98

Log-Likelihood = -90,086

Test that all slopes are zero: G = 14,248, DF = 1, P-Value = 0,000

Modell för försök 541

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	49	(Event)
	0	11	
Total		60	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,41681	0,613935	2,31	0,021			
Latf.	-0,0252846	0,170653	-0,15	0,882	0,98	0,70	1,36

Log-Likelihood = -28,574

Test that all slopes are zero: G = 0,022, DF = 1, P-Value = 0,882

Bilaga 14

Regressionsfunktioner för sannolikhet för överlevnad för hybrid

Generell modell

Binary Logistic Regression: Vitbin versus TS lokal

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	322	(Event)
	0	92	
Total		414	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	-0,521578	0,617432	-0,84	0,398			
TS lokal	0,0020870	0,0007270	2,87	0,004	1,00	1,00	1,00

Log-Likelihood = -214,995

Test that all slopes are zero: G = 8,606, DF = 1, P-Value = 0,003

Modell för försök 537

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Altitudf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	111	(Event)
	0	42	
Total		153	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	0,896794	0,189646	4,73	0,000			
Altitudf.	-0,0012172	0,0010361	-1,17	0,240	1,00	1,00	1,00

Log-Likelihood = -89,186

Test that all slopes are zero: G = 1,461, DF = 1, P-Value = 0,227

Modell för försök 538

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Latf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	32	(Event)
	0	18	
Total		50	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,20431	1,46812	0,82	0,412			
Latf.	-0,143190	0,326067	-0,44	0,661	0,87	0,46	1,64

Log-Likelihood = -32,573

Test that all slopes are zero: G = 0,196, DF = 1, P-Value = 0,658

Modell för försök 539

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Altitudf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	22	(Event)
	0	4	
Total		26	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	2,49177	1,19116	2,09	0,036			
Altitudf.	0,0025055	0,0031630	0,79	0,428	1,00	1,00	1,01

Log-Likelihood = -10,870

Test that all slopes are zero: G = 0,585, DF = 1, P-Value = 0,444

Modell för försök 540

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Altitudf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	134	(Event)
	0	26	
Total		160	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	1,51664	0,225791	6,72	0,000			
Altitudf.	-0,0017441	0,0013129	-1,33	0,184	1,00	1,00	1,00

Log-Likelihood = -70,011

Test that all slopes are zero: G = 1,991, DF = 1, P-Value = 0,158

Modell för försök 541

Binary Logistic Regression: Vitbin versus Altitudf.

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count	
Vitbin	1	23	(Event)
	0	2	
Total		25	

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI Lower	95% CI Upper
Constant	109,154	19962,1	0,01	0,996			
Altitudf.	-0,372154	72,8090	-0,01	0,996	0,69	0,00	6,50901E+61

Log-Likelihood = -0,000

Test that all slopes are zero: G = 13,938, DF = 1, P-Value = 0,000

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2014:22 Författare: Emil Mattsson
Zonerat skogsbruk – en möjlighet för Sverige
- 2014:23 Författare: Emma Borgstrand
Plantors och trädets tillväxt efter schackrutehuggning och i konventionellt trakthyggesbruk
- 2014:24 Författare: Fredrik Eliasson
Förutsättningar för virkesinriktad skogsodling med inhemska trädslag i Peru
- 2014:25 Författare: Torun Bergman
Markanvändning och ekosystemtjänster i en gradient från borealt till alpint landskap – Vilhelmina Model Forest
- 2014:26 Författare: Molly Nord Gårdman
Enskilda privata skogsägares inställning till skogsgödsling i Västerbottens län
-
- 2015:1 Författare: Anders Henriksson
Kan markfuktighetskartor användas för att hitta skogsmark med hög bonitet? – Ett GIS-baserat försök med DTW-index och laserskannad övre höjd
- 2015:2 Författare: Louise Magnusson
Markberedning i blockrik terräng – En jämförelse mellan grävmaskin och harv
- 2015:3 Författare: Julia Ingelmark
Död ved i vattendrag och kantzon, Blå målklassning och NPK+ - En studie av förhållandena på Villingsbergs skjutfält
- 2015:4 Författare: Malin Boström
Do 25 years old skid tracks restrict growth and survival? – A study on growth conditions for the planted regeneration in a rainforest rehabilitation project
- 2015:5 Författare: Mikael Kullström
Naturligt förnygrade huvudstammar i röjda bestånd etablerade efter plantering på SCAs mark
- 2015:6 Författare: Sara Waern
Återskapande av biodiversitet i degraderad sekundär regnskog i Sabah, Malaysia – naturlig förnygring av träd efter restaureringsåtgärder
- 2015:7 Författare: Sandra Laestander
”Den kemiska bekämpningen av skadlig lövskog har öppnat helt nya vyer för skogsbruket” – Flygbesprutning med herbicider i Arjeplog 1953-1978
- 2015:8 Författare: Simon Bylund
Algbiomassa som gödselmedel till gran och tall
- 2015:9 Författare: Anton Wikman
Ekarna på Tullgarn – En studie om ekförekomstens utveckling och framtid
- 2015:10 Författare: Joakim Jansson
Rehabilitation in a tropical secondary rain forest in Malaysian Borneo – Early effects of canopy properties on light conditions at the forest floor

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se